

625
Л-98

625
Л-98

У

ОБЫКНОВЕННЫЯ ДОРОГИ.

УСТРОЙСТВО И РЕМОНТЪ
ШОССЕЙНЫХЪ, МОЩЕНЫХЪ И ГРУНТОВЫХЪ ДОРОГЪ.

СОСТАВИЛЪ

М. А. Ляхницкій,

Ординарный Профессоръ Института Инженеровъ Путей Сообщенія
Императора Александра I.

Изданіе четвертое.

Съ 18 листами чертежей.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Садовая, № 9.

1905.

СОДЕРЖАНІЕ.

СТР.

I. Введеніе.

1. Предметъ руководства	1
2. Общія опредѣленія	2
3. Экипажи; общее устройство ихъ	3
4. Главнѣйшіе размѣры и вѣсъ экипажей	7
5. Лошади; ихъ вѣсъ, сила тяги и работа	13

II. Ось дороги въ планѣ и въ продольномъ видѣ.

6. Видъ оси дороги	19
------------------------------	----

а) Закругленія поворотовъ дороги.

7. Особенности движенія по закругленіямъ	20
8. Минимальный радіусъ закругленій въ ровной и гористой мѣстности	22
9. Опредѣленіе минимальнаго радіуса закругленій и соотвѣтственной ширины дороги по типу экипажа	23
10. Правительственныя постановленія о минимальномъ радіусѣ закругленій	33

б) Продольный профиль дороги.

11. Продольные уклоны	34
12. Сопротивленіе экипажей движенію на горизонтальномъ пути	35
13. Сопротивленіе экипажей движенію на пути съ уклономъ	40
14. Общія основанія для опредѣленія максимальнаго продольнаго уклона	42
15. Максимальный уклонъ дорогъ въ ровной мѣстности	44
16. Максимальный уклонъ дорогъ въ холмистой мѣстности	47
17. Максимальный уклонъ дорогъ въ гористой мѣстности	50
18. Общія замѣчанія относительно величины продольныхъ уклоновъ	53
19. Минимальный уклонъ дорогъ	54
20. Правительственныя постановленія о предѣлахъ продольныхъ уклоновъ	55

в) Направление дороги.

21. Выборъ направленія дороги и изысканія	57
22. Изысканія дорожной линіи въ ровной мѣстности.	58
23. Изысканія дорожной линіи въ гористой мѣстности	61
24. Разбивка дорожной линіи	68
25. Продольная и поперечная нивелировка и собираніе различныхъ свѣдѣній	70

III. Поперечный профиль дороги и земляное полотно.

26. Видъ поперечнаго профиля дороги	72
27. Проѣзжая часть дороги	74
28. Обочины	78
29. Канавы боковыя, отводныя и нагорныя	80
30. Откосы выемокъ и насыпей	85
31. Обрѣзы, лѣтній путь и полоса отчужденія	89
32. Вычисленіе количества земляныхъ работъ	93
33. Устройство земляного полотна дороги въ различныхъ условіяхъ мѣстности	96

IV. Дорожные одежды.

34. Обдѣлка проѣзжей части дороги твердою одеждой	101
---	-----

а) Щебеночная одежда.

35. Опредѣленіе	102
36. Краткій очеркъ развитія устройства щебеночной одежды	103
37. Щебеночная одежда безъ каменнаго основанія	111
38. Щебеночная одежда съ каменнымъ основаніемъ	117
39. Сравненіе двухъ типовъ щебеночной одежды	119
40. Утвержденные нормальные поперечные профили шоссеиныхъ дорогъ	120
41. Каменный матеріалъ для щебеночной одежды и видъ его въ природѣ	122
42. Разбивка камня въ щебень	125
43. Щебень для устройства шоссе; необходимыя свойства его	129
44. Грохоченіе щебня; выѣвки и сѣбяющій матеріалъ	134
45. Разсыпка щебня и песка слоемъ при устройствѣ щебеночной одежды	137
46. Уплотненіе щебеночнаго слоя; производство укатки щебеночной одежды катками	140
47. Устройство конныхъ шоссеиныхъ катковъ для укатки щебеночной одежды	145

48. Паровые шоссейные катки	152
49. Определе́ніе количества каменнаго матеріала, необходимаго для устройства щебеночной одежды	158

б) Каменная мостовая.

50. Определе́ніе	160
51. Грубая мостовая	161
52. Каменная брусчатая мостовая	165
53. Каменный матеріалъ для брусчатой мостовой	171
54. Добываніе и обдѣлка камней для мостовой	172
55. Форма и величина камней брусчатой мостовой	175
56. Образцы устройства брусчатой мостовой	178

в) Асфальтовая мостовая.

57. Матеріалъ для устройства асфальтовой мостовой	180
58. Устройство асфальтовой мостовой	181
59. Свойства асфальтовой мостовой	186

г) Деревянная мостовая.

60. Укрѣпленіе поверхности дорогъ хворостомъ, жердями и пластинами	187
61. Торцовая мостовая; мостовая изъ шестигранныхъ торцовъ	190
62. Торцовая мостовая въ Англіи	193
63. Торцовая мостовая въ Америкѣ	196
64. Устройство торцовой мостовой лондонскаго типа	197
65. Свойства торцовой мостовой	200

д) Чугунная мостовая.

66. Общее устройство, свойства и нѣкоторые типы чугунной мостовой	202
---	-----

V. Улучшеніе грунтовыхъ дорогъ.

67. Состояніе обыкновенныхъ дорогъ въ Россіи	204
68. Мѣры для улучшенія грунтовыхъ дорогъ	205
69. Укрѣпленіе поверхности грунтовыхъ дорогъ	206

VI. Второстепенныя части дорогъ.

70. Трубы	210
71. Мосты, водоспуски и лотки	216
72. Тротуары	220
73. Огражденія дорогъ	224
74. Посадки деревьевъ вдоль дорогъ	226
75. Указательные знаки	228
76. Дорожныя зданія	231

VII. Ремонтъ дорогъ.

77. Сущность и значеніе ремонта дорогъ	234
--	-----

а) Ремонтъ шоссейныхъ дорогъ.

78. Общія замѣчанія	235
79. Очистка шоссе отъ пыли и грязи	237
80. Осушеніе щебеночной одежды и земляного полотна	242
81. Прочистка шоссейныхъ канавъ и сръзка обочинъ	244
82. Оправка и загражденіе шоссейныхъ обочинъ	246
83. Выравниваніе поверхности щебеночной одежды и поливка шоссе	248
84. Содержаніе зимняго пути, расчистка снѣжныхъ заносовъ и постановка защитъ отъ заносовъ	251
85. Весенняя очистка шоссе и застилка пучистыхъ мѣстъ хворостомъ	255
86. Ремонтное исправленіе шоссе	258
87. Способъ разсыпки щебня по частямъ, или частный ремонтъ шоссе	259
88. Способъ сплошныхъ розсыпей, или сплошной ремонтъ шоссе	263
89. Промѣры толщины щебеночной одежды	267
90. Щебень для ремонта шоссе	268
91. Искусственный или кирпичный щебень	271
92. Поставка и пріемъ каменнаго матеріала для ремонта шоссе	274
93. Расходъ щебня	277
94. Опредѣленіе дѣятельности проѣзда	280
95. Опредѣленіе крѣпости каменнаго матеріала для шоссе	283

б) Ремонтъ мощеныхъ дорогъ и второстепенныхъ частей дорогъ.

96. Ремонтъ мощеныхъ дорогъ	289
97. Ремонтъ второстепенныхъ частей дорогъ	294

VIII. Главнѣйшія статистическія свѣдѣнія о русскихъ шоссе.

98. Постепенность устройства, стоимость сооруженія, протяженіе и пролеганіе казенныхъ шоссе	297
99. Стоимость ремонта казенныхъ шоссе и перечень вновь сооружаемыхъ шоссе	298
100. Состояніе сѣти русскихъ шоссейныхъ дорогъ	300
Литература	302

I.

Введеніе.

1. Предметъ руководства. Подъ названіемъ *обыкновенныхъ, колесныхъ или пропѣжгихъ дорогъ* разумѣются тѣ пути сообщенія, которые служатъ для проѣзда обыкновенныхъ экипажей, приводимыхъ въ движеніе упряжными животными.

Къ этимъ путямъ относятся *грунтовыя, шоссейныя и мощеныя дороги*; послѣднія по главному матеріалу, входящему въ устройство ихъ, раздѣляются на *каменные, деревянные, асфальтовыя и чугунныя*.

Въ прежнее время, до проведенія желѣзныхъ дорогъ, обыкновенныя дороги нерѣдко были главными путями сообщенія и часто служили для перевозки грузовъ на большія разстоянія, для *транзитнаго* движенія. Съ проведеніемъ желѣзныхъ дорогъ, главными путями сообщенія стали рельсовые пути, и на эти пути перешло транзитное движеніе, а обыкновенныя дороги обратились въ дороги *подѣздыя* къ рельсовымъ и водянымъ путямъ и въ пути для *мѣстнаго* движенія. Значеніе обыкновенныхъ дорогъ существенно измѣнилось, но и въ настоящее время представляется крайне важнымъ, какъ для экономическаго состоянія государства вообще, такъ и для рельсовыхъ путей въ частности. Облегчая сношенія между близкими пунктами населенія, обыкновенныя дороги увеличиваютъ способность края къ промышленной дѣятельности, и нерѣдко проложеніе ихъ возбуждаетъ въ краѣ новыя отрасли промышленности. Дѣлая возможнымъ правильный подвозъ грузовъ къ рельсовымъ путямъ, обыкновенныя дороги увеличиваютъ производительность этихъ путей, доставляютъ имъ значительную и равномерную работу, а вмѣстѣ съ тѣмъ и доходность.

Съ проведеніемъ рельсовыхъ путей движеніе по обыкновеннымъ дорогамъ, за рѣдкими исключеніями, усилилось; соотвѣтственно съ этимъ, обыкновенныя дороги слѣдуетъ строить теперь лучше и прочнѣе и содержать старательнѣе и исправнѣе, чѣмъ прежде.

Состояніе дорогъ, степень удобства ихъ для сообщенія и размѣръ средствъ, расходующихся какъ на самыя дороги, такъ и на движеніе по нимъ, зависятъ отъ способовъ устройства и ремонта дорогъ. Описаніе этихъ способовъ, имѣющее цѣлью указать, какимъ образомъ съ наименьшими расходами достигнуть возможно лучшаго состоянія дорогъ, составляетъ предметъ настоящаго руководства.

Сообразно съ этимъ, въ руководствѣ изложены прежде всего условія, которымъ долженъ удовлетворять внѣшній видъ обыкновенныхъ дорогъ, чтобы движеніе по нимъ экипажей совершалось свободно и удобно, и выяснены основанія, опредѣляющія эти условія; затѣмъ приведены главнѣйшія указанія относительно выбора направленія дорогъ и производства земляныхъ работъ для приведенія ихъ къ требуемому внѣшнему виду; далѣе приведено описаніе способовъ устройства дорожныхъ одеждъ, искусственныхъ сооружений и второстепенныхъ частей дорогъ; наконецъ описаны способы производства ремонта дорогъ, соотвѣтственно съ ихъ устройствомъ.

2. Общія опредѣленія. Съ технической точки зрѣнія, обыкновенная дорога есть полоса земли, такимъ образомъ избранная на мѣстности, въ такую форму приведенная обработкой и такъ укрѣпленная съ поверхности, что движеніе по ней повозокъ происходитъ безопасно, удобно и легко. Та форма, въ которую приводится обработкой полоса земли, избранная для дороги, носитъ названіе *земляного полотна дороги*.

Срединная линія поверхности земляного полотна дороги называется *осью дороги*. Въ общемъ случаѣ ось дороги представляетъ ломаную линію, состоящую изъ прямыхъ и кривыхъ участковъ и находящуюся мѣстами на уровнѣ земной поверхности, мѣстами выше или ниже ея. Въ мѣстахъ, гдѣ ось дороги пролегаетъ выше естественной поверхности земли, земляное полотно образуется посредствомъ насыпки грунта, или *насытки*; въ мѣстахъ же, гдѣ ось дороги располагается ниже поверхности земли, земляное полотно получается посредствомъ выкопки грунта, или *выемки*. Видъ оси дороги опредѣляется планомъ оси, или *направленіемъ дороги* (фиг. 1), и продольнымъ очертаніемъ оси, или *продольнымъ профилемъ дороги* (фиг. 2).

Отвѣсная плоскость, проведенная нормально къ горизонтальной проекціи оси дороги, пересѣкаетъ поверхность дорожной полосы по

ломаной линіи, которая носить названіе *поперечнаго профиля дороги*. Видъ этого профиля не одинаковъ при разныхъ условіяхъ мѣстности и проведенія дороги (фиг. 3).

По виду поперечнаго профиля дороги легко составить понятіе о формѣ дороги въ поперечномъ направленіи и о составныхъ частяхъ ея. Средняя полоса дорожной поверхности, служащая для проѣзда экипажей и обыкновенно покрываемая твердой *одеждою*, называется *прѣзжей частью дороги*; съ обѣихъ сторонъ къ прѣзжей части прилегаютъ *обочины*, назначающіяся для огражденія прѣзжей части, для упора дорожной одежды, для прохода путниковъ и для другихъ цѣлей. Прѣзжая часть и обочины образуютъ собственно *дорогу*. Кромѣ этихъ частей, въ составъ дороги входятъ: *боковыя канавы*, служащія для осушенія земляного полотна, *откосы насыпей* и *выемокъ*, то есть поверхности, ограничивающія сдѣланныя при проложеніи дороги насыпи и выемки, и *обрѣзы*, то есть запасныя полосы земли, окаймляющія дорогу съ обѣихъ сторонъ.

Если представимъ себѣ, что плоскость поперечнаго профиля движется вдоль оси дороги, оставаясь постоянно нормальною къ горизонтальной проекціи оси, то поперечный профиль, мѣняя постепенно и въ нѣкоторой степени свой видъ сообразно съ мѣстными условіями, опишетъ точно всю поверхность дороги. Отсюда ясно, что ось дороги и поперечный профиль дорожной полосы совершенно опредѣляютъ внѣшній видъ, или форму, дороги и потому представляются весьма важными элементами при описаніи устройства дорогъ.

Такъ какъ движеніе по обыкновеннымъ дорогамъ совершается въ экипажахъ, перемѣщаемыхъ упряжными животными, то на устройство этихъ дорогъ оказываютъ существенное вліяніе свойства экипажей и упряжныхъ животныхъ. Поэтому, прежде описанія устройства дорогъ, приведемъ здѣсь главнѣйшія свѣдѣнія объ экипажахъ и о лошадяхъ.

3. Экипажи; общее устройство ихъ. Изъ экипажей разнаго рода, проѣзжающихъ по обыкновеннымъ дорогамъ, наибольшее значеніе для устройства и ремонта дорогъ имѣютъ повозки для перевозки грузовъ, или *грузовыя фуры*; на эти экипажи обращено главное вниманіе въ дальнѣйшемъ изложеніи.

Обращающіеся на дорогахъ экипажи бываютъ *четыреколесные* и *двухколесные*; послѣдніе встрѣчаются гораздо рѣже первыхъ и

служать почти исключительно для перевозки грузовъ. У насъ, въ Россіи, примѣненіе двухколесныхъ экипажей распространено только на Кавказѣ, гдѣ они называются *арбами* и употребляются для перевозки грузовъ небольшого вѣса: во Франціи, Италіи и Голландіи двухколесные экипажи встрѣчаются довольно часто и служатъ нерѣдко для перемѣщенія тяжелыхъ грузовъ.

Въ четырехколесномъ экипажѣ, который можно разсматривать какъ соединеніе двухъ двухколесныхъ, обыкновенно различаются двѣ части: *ходовой скатъ*, или нижняя часть, соприкасающаяся съ дорогою, и *кузовъ*, или верхняя часть, лежащая на ходовомъ скатѣ и получающая видъ отъ рода клади. Иногда кузовъ замѣняется *рядками*, или двумя продольными брусками, на которые прямо укладывается грузъ.

Ходовой скатъ экипажа (фиг. 4) распадается на два *хода*, изъ которыхъ каждый состоитъ изъ оси и изъ колесъ, надѣтыхъ свободно на ось; *задній ходъ А* соединяется на-глухо съ кузовомъ экипажа, а *передній ходъ В* можетъ свободно поворачиваться на нѣкоторый уголъ α около вертикальнаго болта, или *шкворня С*, проходящаго черезъ середину передней оси и черезъ подушку, прикрѣпленную къ кузову. Передній ходъ соединяется съ заднимъ посредствомъ *продольника D*, который однимъ концомъ скрѣпляется на-глухо съ задней осью, а другимъ концомъ обхватываетъ шкворень. Къ передней оси прикрѣпляется *дышло E*, а съ дышломъ соединена *вага F*, къ которой прикрѣпляются *вальки G* съ постромками для запряжки лошадей.

Часто, вмѣсто дышла, ваги и вальковъ съ постромками, для запряжки лошадей въ экипажъ служатъ *оглобли*, прикрѣпляющіяся къ передней оси. Наблюденія показываютъ, что при запряжкѣ лошадей въ оглобли экипажи при проѣздѣ сильнѣе повреждаютъ дорогу, чѣмъ при запряжкѣ въ дышло; поэтому для облегченія и удешевленія ремонта дорогъ слѣдуетъ по возможности способствовать замѣнѣ оглобель дышломъ въ устройствѣ экипажей.

Полный уголъ поворота α (фиг. 5), то есть наибольшій уголъ, на который можетъ поворотиться на шкворнѣ передній ходъ относительно своего нормальнаго положенія, опредѣляется тѣмъ положеніемъ передней оси, при которомъ одно изъ колесъ ея упирается въ кузовъ или въ продольникъ. Чѣмъ больше уголъ α , тѣмъ меньше

мѣста требуется для поворота экипажа и тѣмъ больше можетъ быть кривизна пути, проходимаго экипажемъ. Въ обыкновенныхъ грузовыхъ повозкахъ полный уголъ поворота составляетъ около 30° ; въ экипажахъ, служащихъ для перевозки грузовъ и пассажировъ въ городахъ, уголъ α бываетъ обыкновенно значительно больше. Чтобы дать возможность экипажамъ поворачиваться въ узкихъ городскихъ улицахъ, діаметръ переднихъ колесъ дѣлаютъ возможно меньше, а кузовъ и продольникъ поднимаютъ настолько, что переднія колеса свободно могутъ проходить подъ кузовомъ и продольникомъ; вслѣдствіе такого устройства, уголъ α въ городскихъ экипажахъ нерѣдко достигаетъ максимальной величины, 90° .

Длинные бревна и брусья перевозятся обыкновенно на *роspу-скахъ*, то есть на раздѣленныхъ ходахъ обыкновенной телѣги; для этого, вынимая шкворень, отдѣляютъ задній ходъ отъ передняго и ставятъ ихъ на такомъ разстояніи одинъ отъ другого, чтобы не менѣе $\frac{2}{3}$ длины бревна помѣщалось между осями телѣги, а продольникъ привязываютъ къ перевозимому бревну передъ задней осью. При этомъ является возможность, въ случаѣ необходимости, поворачивать задній ходъ на нѣкоторый уголъ α_1 около вертикальной оси; для такого поворота нужно только отвязать продольникъ отъ бревна и передвинуть его подъ бревномъ въ ту или другую сторону. Поворачиваніе задняго хода одновременно съ переднимъ увеличиваетъ кривизну пути (фиг. 6), проходимаго роспусками, и заставляетъ обѣ пары колесъ двигаться почти по однимъ и тѣмъ же кривымъ. Въ роспускахъ уголъ α составляетъ около 40° , а уголъ α_1 достигаетъ до 30° .

Колеса экипажей дѣлаются изъ дерева и состоятъ (фиг. 7) изъ трехъ частей: *ступицы H*, *спицы K* и *обода L*. Ступица стягивается снаружы желѣзными обручами, предохраняющими ее отъ раскалыванія, и снабжается желѣзной втулкой, которою она надѣвается свободно на ось; иногда въ ступицѣ устраивается смазочная коробка, служащая для помѣщенія твердой или жидкой смазки. Ободъ состоитъ изъ нѣсколькихъ деревянныхъ *косяковъ*, соединенныхъ между собою деревянными штырями и стянутыхъ *шиной R*, то есть желѣзнымъ обручемъ, который надѣвается на ободъ въ раскаленномъ до-красна состояніи и скрѣпляется съ косяками помощью винтовъ съ потайными головками.

Спицы вставляются однимъ концомъ въ ступицу, другимъ въ ободъ, и располагаются, въ большинствѣ случаевъ, не въ плоскости обода, а наклонно къ этой плоскости внаружу, такъ что онѣ вмѣстѣ съ ободомъ образуютъ коническую поверхность. Главная цѣль такого расположенія спицъ заключается въ увеличеніи сопротивленія колеса дѣйствию боковыхъ силъ, такъ какъ при сильномъ натяженіи шины колесо, имѣющее видъ конуса, сопротивляется боковымъ толчкамъ гораздо лучше колеса, представляющаго плоскій кругъ.

Концевыя части осей, на которыя надѣваются колеса, дѣлаются обыкновенно слабо коническими и притомъ наклонными къ горизонту внизъ (фиг. 8). Ступица удерживается на оси извнутри помощью *ударной шайбы M*, привариваемой къ оси, снаружи помощью *чековой шайбы N* и *чеки T*, причемъ между ступицей и шайбами оставляются зазоры. Наклоненіе концевыхъ частей оси къ горизонту дѣлается съ цѣлью заставить колесо прижиматься къ ударной шайбѣ и ослабить дѣйствіе боковыхъ толчковъ на неровномъ пути на чеку; зазоры же между ступицей и шайбами даютъ колесамъ возможность слабого бокового перемѣщенія при движеніи по извѣженной дорогѣ.

Углу θ наклона концевыхъ частей оси къ горизонту (фиг. 9) придается почти такая же величина, какъ и углу φ наклоненія спицъ къ плоскости обода, точнѣе первый уголъ дѣлается немного меньше второго, такъ что разность $\varphi - \theta$ не превосходитъ $\frac{1}{2}^\circ$, и потому спицы, передающія дорогѣ грузъ экипажа, занимаютъ почти вертикальное положеніе.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, между кузовомъ и ходовымъ скатомъ экипажей помѣщаются *рессоры*, служащія для ослабленія толчковъ при движеніи и особенно необходимы въ экипажахъ для быстрой ѣзды. Опытами установлено, что экипажи съ рессорами, при быстрой ѣздѣ, представляютъ меньше сопротивленія движенію и меньше повреждаютъ дорогу, чѣмъ экипажи безъ рессоръ.

Иногда, для увеличенія сопротивленія экипажей движенію при спускахъ по наклоннымъ участкамъ пути, экипажи снабжаются *тормазами*. Обыкновенно тормазъ состоитъ изъ деревянной или желѣзной подушки, которая въ случаѣ необходимости прижимается посредствомъ особаго привода къ ободу одного изъ колесъ, вслѣдствіе чего колесо перестаетъ вращаться на оси, и треніе его о по-

верхность дороги увеличивает сопротивление экипажа и уменьшает скорость движения. Въ грузовыхъ повозкахъ тормазъ рѣдко имѣетъ видъ желѣзнаго башмака (фиг. 10), который въ случаѣ нужды прикрѣпляется къ ободу одного изъ заднихъ колесъ и соединяется помощью цѣпи съ передней осью. Иногда тормазъ замѣняется цѣпью, которою привязываютъ одну изъ колесныхъ спицъ къ кузову. На русскихъ дорогахъ употребленіе тормазовъ встрѣчается рѣдко.

4. Главнѣйшіе размѣры и вѣсъ экипажей. *Ширина, высота и длина экипажей* весьма разнообразны въ зависимости отъ рода и назначенія ихъ. Для устройства дорогъ и искусственныхъ сооружений представляютъ важное значеніе только наибольшія величины этихъ размѣровъ. Ширина кузова въ наиболѣе громоздкихъ экипажахъ не превосходитъ 1,10 сажени; ширина грузовыхъ повозокъ съ полною и наиболѣе громоздкою нагрузкою рѣдко превышаетъ 1,20 сажени. Высота экипажей не бываетъ больше 2,10 сажени. Длина экипажей безъ дышла достигаетъ до 2,30 сажени; длина дышла колеблется отъ 0,95 до 1,65 сажени.

Длина осей экипажа измѣняется обыкновенно отъ 0,75 до 0,90 сажени; въ тяжелыхъ грузовыхъ повозкахъ она достигаетъ иногда до 0,95 сажени. Во Франціи наивысшій предѣлъ длины осей указанъ закономъ и опредѣленъ въ 1,17 сажени, но предѣлъ этотъ достигается лишь въ рѣдкихъ, исключительныхъ случаяхъ, обыкновенно же длина осей не превышаетъ 0,90 сажени.

Разстояніе между осями находится въ зависимости отъ назначенія экипажей и отъ нагрузки ихъ. Въ грузовыхъ повозкахъ разстояніе между осями обыкновенно бываетъ отъ 1,3 до 1,5 сажени. Въ роспускахъ разстояніе между осями зависитъ отъ длины перевозимаго лѣса, который грузится такъ, что около $\frac{2}{3}$ длины бревна помѣщается между осями и около $\frac{1}{3}$ остается на-вѣсу сзади; длина же бревенъ вообще можетъ достигать до 12 сажень.

Разстояніе k (фиг. 11) между колесами одной и той же оси экипажа, измѣренное между внутренними краями ободьевъ у поверхности дороги, называется *шириною хода* экипажа. Ширина хода зависитъ отъ рода экипажа и колеблется въ предѣлахъ отъ 0,50 до 0,80 сажени; въ грузовыхъ повозкахъ она бываетъ обыкновенно

0,60—0,70 сажени. Въ Пруссіи наивысшій предѣлъ ширины хода установленъ закономъ: въ законѣ указано, что разстояніе между серединами ободьевъ колесъ одной и той же оси не должно превосходить 0,71 сажени, откуда слѣдуетъ, что ширина хода должна быть не болѣе 0,67 сажени.

Діаметръ колесъ бываетъ очень разнообразенъ. На величину его оказываютъ вліяніе слѣдующія соображенія: съ одной стороны, чѣмъ больше діаметръ колесъ, тѣмъ меньше сопротивленіе экипажа движенію и тѣмъ меньше повреждается колесами дорога, а съ другой стороны, чѣмъ больше діаметръ колесъ, тѣмъ меньше устойчивость экипажа и тѣмъ больше вѣсъ колесъ, входящій въ составъ собственнаго вѣса экипажа. Въ четырехколесныхъ экипажахъ, въ большинствѣ случаевъ, діаметръ переднихъ колесъ дѣлается на $\frac{1}{5}$ меньше діаметра заднихъ; этимъ достигается увеличеніе полного угла поворота передняго хода и облегченіе крутого поворачиванія экипажей. Обыкновенно діаметръ заднихъ колесъ колеблется отъ 0,45 до 0,60 сажени, а діаметръ переднихъ—отъ 0,36 до 0,48 сажени. Въ двухколесныхъ экипажахъ діаметръ колесъ достигаетъ иногда до 0,85 сажени.

Ширина ободьевъ колесъ заслуживаетъ особеннаго вниманія, такъ какъ отъ нея зависятъ степень изнашиванія твердой одежды, покрывающей поверхность дорогъ, и величина сопротивленія экипажей движенію. Слишкомъ узкіе ободья сильнѣе повреждаютъ дорогу и требуютъ для перемѣщенія экипажей болѣе сильной тяги; чѣмъ широкіе; поэтому ширина ободьевъ должна быть въ нѣкоторомъ соотношеніи съ вѣсомъ экипажа. Прежде существовало даже мнѣніе, что ширину ободьевъ слѣдуетъ дѣлать пропорціонально нагрузкѣ на колесо экипажа, но въ послѣдствіи путемъ опытовъ и наблюденій выяснилось, что увеличеніе ширины ободьевъ далѣе извѣстнаго предѣла не приноситъ пользы и можетъ быть даже вреднымъ.

Французскій инженеръ *Моренъ* (Morin) изъ многочисленныхъ опытовъ, произведенныхъ имъ въ 1837—1841 годахъ надъ движеніемъ экипажей, пришелъ къ слѣдующимъ выводамъ относительно вліянія ширины ободьевъ на сопротивленіе экипажей движенію и на изнашиваніе дорогъ. На шоссейныхъ и мощеныхъ дорогахъ сопротивленіе экипажей движенію почти не зависитъ отъ ширины ободьевъ колесъ, коль скоро эта ширина достигаетъ 3,15—3,94 дюймовъ; на сжимаемыхъ путяхъ изъ земли, песка и хряща, на рыхломъ слоѣ

изъ подвижныхъ частицъ или на свѣже-устроенномъ шоссе сопротивленіе движенію уменьшается съ увеличеніемъ ширины ободьевъ и степень этого уменьшенія зависитъ отъ свойствъ пути. Вообще можно принять, что, въ отношеніи сопротивленія экипажей движенію, на мощеныхъ дорогахъ очень широкіе ободья не приносятъ никакой пользы, а на обыкновенныхъ шоссе бесполезно ширину ободьевъ увеличивать свыше 3,94—4,72 дюймовъ. Предположеніе о равномерномъ распредѣленіи полной нагрузки экипажа по ободьямъ колесъ, на которомъ основывается правило, что ширина обода должна находиться въ прямомъ отношеніи съ полной нагрузкой экипажа, не точно; при опредѣленіи величины нагрузокъ по этому правилу, экипажи съ широкими ободьями повреждаютъ дорогу сильнѣе экипажей съ узкими ободьями. При равной нагрузкѣ, колеса съ ободьями шириною въ 2,36 дюйма причиняютъ шоссе большаго вреда, чѣмъ колеса съ ободьями шириною въ 4,53 и въ 6,89 дюймовъ, но между колесами съ ободьями послѣднихъ размѣровъ разница незначительна, откуда слѣдуетъ, что въ видахъ уменьшенія изнашиванія шоссе нѣтъ нужды увеличивать ширину ободьевъ свыше 4,5 дюймовъ. Четырехколесный экипажъ, въ которомъ діаметръ переднихъ колесъ равенъ 0,61 сажени, а діаметръ заднихъ—0,70 сажени, при ширинѣ ободьевъ въ 2,36 дюйма, можетъ быть нагруженъ безъ замѣтнаго вреда для хорошаго шоссе вообще до полного вѣса въ 146,5 пудовъ, а въ дождливую погоду — до полного вѣса 109,9 пудовъ. Какова бы ни была ширина ободьевъ, въ отношеніи изнашиванія дорогъ желательно, чтобы полная нагрузка экипажей не превосходила 213,7 — 244,2 пудовъ на ось. Для того, чтобы двухколесный экипажъ можно было нагружать до полного вѣса въ 122 пуда безъ вреда для дорогъ, ширина ободьевъ въ немъ должна быть доведена по крайней мѣрѣ до 2,76 дюйма.

Французскій инженеръ *Дюпюи* (Dupuit), производившій подобные же опыты и почти одновременно съ Мореномъ, пришелъ отчасти къ инымъ выводамъ; такъ, онъ нашелъ, что сопротивленіе движенію на ровномъ шоссе не зависитъ отъ ширины ободьевъ, а на мостовой уменьшается въ нѣкоторыхъ предѣлахъ по мѣрѣ увеличенія этой ширины.

Въ большей части государствъ Западной Европы уже давно существуютъ особые законы относительно ширины колесныхъ ободьевъ

въ экипажахъ. Законы по этому предмету, изданные ранѣе сороковыхъ годовъ, основаны на невѣрномъ предположеніи о равномерномъ распредѣленіи полной нагрузки экипажа по ободьямъ колесъ; въ законахъ, изданныхъ послѣ сороковыхъ годовъ, нашли примѣненіе результаты опытовъ Морена и Дюжюи. Большинство существующихъ законовъ устанавливаетъ размѣры ширины колесныхъ ободьевъ въ зависимости отъ нагрузки экипажей, отъ рода ихъ и отъ времени года, и отличается сложностью. Въ новѣйшее время замѣчается стремленіе упростить эти законы, въ виду измѣненія условій проѣзда по дорогамъ и улучшенія способа устройства шоссе, а также въ виду трудности примѣненія прежнихъ сложныхъ постановленій. Мнѣніе техниковъ склоняется къ тому, что закономъ должны быть установлены только общія положенія о наименьшей ширинѣ ободьевъ и о наибольшей нагрузкѣ на колесо, а установленіе остальныхъ, болѣе подробныхъ ограниченій и правилъ должно быть предоставлено мѣстнымъ управленіямъ, заведывающимъ дорогами.

Во Франціи существовавшія съ 1837 года постановленія объ ободьяхъ колесъ отмѣнены закономъ 10 августа 1852 года, которымъ предоставлена проѣзду полная свобода въ отношеніи ширины ободьевъ и введено только ограниченіе, чтобъ въ экипажи для перевозки пассажировъ запрягалось не болѣе 6 лошадей при 2 осяхъ и не болѣе 3 лошадей при одной оси, а въ экипажи для перевозки грузовъ—не болѣе 8 лошадей при 2 осяхъ и не болѣе 5 лошадей при одной оси. Въ Англіи законъ о колесныхъ ободьяхъ, изданный въ 1823 году, сохраняетъ свою силу до настоящаго времени.

У насъ нѣтъ общаго закона объ ободьяхъ колесъ, но существуютъ два частныя постановленія по этому предмету: одно изъ нихъ объявлено министромъ внутреннихъ дѣлъ 8 мая 1890 года, другое издано министромъ путей сообщенія 21 апрѣля 1893 года.

Постановленіе 8 мая 1890 года выработано въ министерствѣ путей сообщенія въ видахъ охраненія казенныхъ шоссе отъ порчи дилижансами и заключаетъ въ себѣ слѣдующія правила:

а) Шины на ободьяхъ дилижансовъ въ новомъ видѣ должны быть по всей поверхности плоскими, отнюдь не выпуклыми и не вогнутыми, и такъ прикрѣплены къ ободьямъ, чтобъ гвозди, штифты, винты или заклепки не выступали наружу.

б) Ширина колесныхъ ободьевъ и шинъ должна быть ни въ ка-

комъ случаѣ не менѣе $3\frac{1}{4}$ дюймовъ, при полномъ вѣсѣ дилижанса съ нагрузкою отъ 120 до 180 пудовъ и при запряжкѣ 3 лошадей, и не менѣе 4 дюймовъ, при вѣсѣ дилижанса съ нагрузкою отъ 180 до 300 пудовъ и при запряжкѣ 4 или 5 лошадей.

в) Проходъ по шоссе дилижансовъ съ полнымъ вѣсомъ болѣе 300 пудовъ, или съ запряжкою болѣе 5 лошадей, не дозволяется безъ особаго, испрошеннаго заблаговременно, на каждый разъ, разрѣшенія завѣдывающаго шоссе, который, давая такое разрѣшеніе, устанавливаетъ, по соображенію съ обстоятельствами мѣста и времени, условія прохода дилижансовъ и принимаетъ за счетъ ихъ владельца мѣры для безопаснаго и безвреднаго для шоссе и сооруженій движенія таковыхъ.

г) Весною, до просушки шоссеинаго полотна, проходъ дилижансовъ можетъ быть воспрещаемъ завѣдывающими шоссе, причемъ точное опредѣленіе времени остановки дилижансоваго движенія предоставляется ихъ усмотрѣнію, но съ условіемъ немедленнаго донесенія о сдѣланномъ распоряженіи министерству путей сообщенія и мѣстному губернскому начальству.

Постановленіе 21 апрѣля 1893 года издано съ цѣлью предохраненія казенныхъ шоссе отъ поврежденій арбами. Этимъ постановленіемъ указано только, что перевозка по шоссеинамъ дорогамъ тяжестей въ арбахъ съ узкими шинами, шириною менѣе $3\frac{1}{2}$ дюймовъ, воспрещается.

Полная нагрузка экипажа, или полный вѣсъ его, складывается изъ собственнаго вѣса экипажа и полезной нагрузки, или вѣса клади. Собственный вѣсъ экипажа зависитъ отъ величины поднимаемой имъ полезной нагрузки и отъ конструкціи экипажа, опредѣляемой его назначеніемъ. Простыя грузовыя повозки въ одну лошадь вѣсятъ нерѣдко около 20 пудовъ, но при такомъ вѣсѣ отличаются недолговѣчностью и легко портятся отъ перевозки значительныхъ грузовъ; обыкновенно же собственный вѣсъ грузовыхъ экипажей, устроенныхъ хорошо и съ надлежащей прочностью, измѣняется отъ 30 до 122 пудовъ. Полезная нагрузка грузовыхъ экипажей колеблется отъ 55 до 365 пудовъ, такъ что полный вѣсъ этихъ экипажей составляетъ отъ 85 до 487 пудовъ. Нужно впрочемъ замѣтить, что грузовые экипажи, вѣсящіе съ нагрузкою болѣе 300 пудовъ, рѣдко встрѣчаются въ настоящее время.

Дилижансы для перевозки пассажировъ представляютъ иное соотношение между собственнымъ вѣсомъ и полезною нагрузкою: собственный вѣсъ ихъ бываетъ отъ 60 до 120 пудовъ, а полезная нагрузка изъ пассажировъ числомъ отъ 8 до 20 и изъ соответственной клады колеблется отъ 60 до 150 пудовъ. Полный вѣсъ дилижансовъ измѣняется отъ 120 до 270 пудовъ.

Съ возрастаніемъ полного вѣса экипажа полезная нагрузка увеличивается относительно быстрѣе собственного вѣса экипажа; поэтому, въ отношеніи расходовъ на перевозку, представляется весьма выгоднымъ по возможности увеличивать полный вѣсъ экипажей, то есть употреблять для перевозки грузовъ и пассажировъ тяжелые экипажи съ возможно большимъ числомъ лошадей въ запряжкѣ. Увеличеніе полного вѣса экипажей ограничивается тѣмъ обстоятельствомъ, что, какъ показываютъ наблюденія, сила лошадей утилизируется тѣмъ хуже, чѣмъ больше число ихъ въ запряжкѣ; при переходѣ отъ одной къ двумъ лошадямъ въ запряжкѣ бесполезная потеря силы лошади мало замѣтна, но съ увеличеніемъ числа лошадей сверхъ четырехъ она становится значительною. Если полную нагрузку, перемѣщаемую одною лошадыю въ запряжкѣ, принять за 1, то при двухъ лошадяхъ въ запряжкѣ полная нагрузка, перевозимая каждой изъ нихъ, выразится дробью 0,98, при трехъ—0,87, при четырехъ—0,80, при пяти—0,73, при шести—0,64, при семи—0,55 и при восьми—0,49.

Изъ опытомъ Морена надъ движеніемъ экипажей слѣдуетъ, что въ отношеніи изнашиванія дорогъ весьма желательно, чтобы полная нагрузка на ось экипажей не превосходила 213,7—244,2 пудовъ, то есть чтобы полный вѣсъ четырехколесныхъ экипажей не превышалъ 488 пудовъ. Сообразно съ этимъ выводомъ, для охраненія дорогъ отъ порчи очень тяжелыми экипажами приходится прибѣгать къ правительственнымъ постановленіямъ, ограничивающимъ полный вѣсъ экипажей нѣкоторымъ предѣломъ. Такія постановленія представляются очень полезными, въ виду существующаго стремленія увеличивать полный вѣсъ экипажей въ интересахъ удешевленія перевозокъ.

Въ Пруссіи наибольшій вѣсъ клады четырехколеснаго экипажа опредѣленъ закономъ 20 іюня 1887 года въ 458 пудовъ. Если принять, что наибольшій собственный вѣсъ экипажа не превосходитъ 122 пудовъ, то наибольшій полный вѣсъ экипажа, допускаемый по

этому закону, составляет 580 пудовъ. Во Франціи наибольшій полный вѣсъ экипажей ограниченъ закономъ 10 августа 1852 года, по которому не допускается запрягать въ четырехколесные экипажи болѣе 6 лошадей при перевозкѣ пассажировъ и болѣе 8 лошадей при перевозкѣ грузовъ. У насъ подобное постановленіе имѣется только относительно дилижансовъ, наибольшій полный вѣсъ которыхъ, при движеніи по казеннымъ шоссе, опредѣленъ въ 300 пудовъ; сверхъ того, принято считать за наибольшую полную нагрузку экипажей 300 пудовъ на дорогахъ безъ тяжелаго грузового движенія и 500 пудовъ на дорогахъ съ тяжелымъ грузовымъ движеніемъ.

Установленіе наибольшей полной нагрузки экипажей важно еще въ томъ отношеніи, что нагрузка эта служитъ основаніемъ для расчета мостовъ подъ обыкновенную ѣзду. По предыдущему у насъ полная нагрузка грузовыхъ четырехколесныхъ экипажей не превышаетъ 500 пудовъ, а на многихъ дорогахъ она не бываетъ больше 300 пудовъ. Полный вѣсъ экипажей превосходитъ эти предѣлы только въ случаѣ провоза большихъ нераздѣлимыхъ частей машинъ, паровыхъ котловъ, плитъ и колоколовъ. Шоссейные катки также очень часто представляютъ болѣе значительную нагрузку на ось, чѣмъ самые тяжелые грузовые экипажи. Конные шоссейные катки, при одной оси, вѣсятъ ненагруженные отъ 200 до 300 пудовъ, а нагруженные отъ 350 до 400 пудовъ; обыкновенные паровые катки, при двухъ осяхъ, вѣсятъ отъ 610 до 824 пудовъ безъ нагрузки и отъ 696 до 916 пудовъ съ полною нагрузкою. Въ большихъ городахъ Западной Европы для укатки шоссированныхъ улицъ употребляются паровые катки, вѣсящіе, при двухъ осяхъ, до 1400 пудовъ.

5. Лошади; ихъ вѣсъ, сила тяги и работа. Вѣсъ и сила лошадей бываютъ весьма различны въ зависимости отъ породы ихъ, роста, возраста, способа питанія и т. п.; у лошадей одной и той же породы, при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ, вѣсъ и сила приблизительно пропорціональны кубу роста.

Вѣсъ наиболѣе употребительныхъ лошадей зависитъ отъ ихъ назначенія: лошади, служащія для перевозки грузовъ, вѣсятъ больше лошадей, употребляемыхъ для перевозки пассажировъ. Вообще вѣсъ лошадей колеблется отъ 12 до 30 пудовъ; въ среднемъ можно принять, что вѣсъ лошади крѣпкой и сильной равенъ 25 пудамъ, вѣсъ

лошади средней силы—20 пудамъ, вѣсь легкой и слабой лошади—15 пудамъ.

Сила тяги лошади зависитъ, кромѣ природныхъ свойствъ самой лошади, отъ продолжительности работы ея и отъ скорости движенія. Та сила тяги, которую лошадь можетъ проявлять при наивыгоднѣйшихъ для общаго количества работы условіяхъ, называется *нормальною*. Нормальная сила тяги лошади почти пропорціональна ея вѣсу и равняется приблизительно $\frac{1}{5}$ вѣса; въ среднемъ можно принять, что нормальная сила тяги составляетъ: для лошади крѣпкой и сильной—5 пудовъ, для лошади среднихъ качествъ—4 пуда, для лошади легкой и слабой—3 пуда. Нерѣдко приходится заставлять лошадей тянуть съ силою, большею нормальной; если производимое лошадью усиліе превосходитъ нормальную силу тяги не болѣе, какъ вдвое, а во время движенія такое усиліе требуется каждый разъ недолго и вызывается въ теченіе дня нечасто, то это не вредитъ правильнѣйшей повседневной работѣ лошади. Наибольшая сила тяги, которую можетъ произвести лошадь, въ четыре раза больше нормальной, но съ такою силою лошадь можетъ тянуть только очень короткое время, съ весьма малой скоростью и часто не безъ вреда для своихъ природныхъ свойствъ.

Скорость движенія лошадей бываетъ различна въ зависимости отъ сложенія ихъ и отъ величины преодолеваемого сопротивленія. Въ отношеніи скорости различаютъ обыкновенно три рода ѣзды: шагомъ, рысью и вскачъ. Ёзда шагомъ соотвѣтствуетъ скорости отъ 0,25 до 0,90 сажени, въ среднемъ 0,50 сажени въ секунду; Ёзда рысью соотвѣтствуетъ скорости отъ 1,25 до 2,60 сажень въ секунду и въ исключительныхъ случаяхъ, на бѣгахъ, достигаетъ 6 сажень; Ёзда вскачъ соотвѣтствуетъ скорости отъ 5,50 до 7 сажень въ секунду.

Продолжительность суточной работы лошадей зависитъ отъ скорости движенія и отъ производимой ими силы тяги. Лошадь, движущаяся шагомъ, со среднею скоростью 0,4—0,5 сажени въ секунду, и везущая соотвѣтственную нагрузку, можетъ работать отъ 8 до 10 часовъ въ сутки, лишь бы ей былъ данъ отдыхъ одинъ или два раза въ теченіе этого времени. Лошади, запряженные въ дилижансы и везущія его со скоростью отъ 8 до 11 верстъ въ часъ, работаютъ 3 часа въ сутки, за два раза по полтора часа, съ продолжительнымъ промежуткомъ для отдыха. При очень большой скорости про-

должительность суточной работы лошади сокращается до получаса.

Съ механической точки зрѣнія лошадь представляетъ живой двигатель, способный производить въ сутки опредѣленную работу и сохраняющій эту способность изо-дня въ день при условіи надлежащаго питанія, соотвѣтственнаго содержанія и правильнаго пользованія. Если назвать буквою t — время пользованія лошадью въ теченіе сутокъ, а буквами k и v — силу тяги и скорость движенія, производимыя лошадью въ безконечно малый промежутокъ времени dt , то суточная внѣшняя работа G лошади выразится такъ:

$$G = \int_0^t k v dt.$$

Если принять, что скорость движенія и сила тяги остаются все время одинаковыми, то суточная внѣшняя работа лошади будетъ

$$G = kvt.$$

Многочисленные опыты и наблюденія надъ работой лошадей показываютъ, что, при условіи правильнаго пользованія лошадью, то есть при полномъ, но не чрезмѣрномъ напряженіи ея силъ, съ измѣненіемъ одного изъ множителей предыдущаго произведенія измѣняются и два другіе, а также и самое произведеніе, и что при нѣкоторыхъ значеніяхъ k , v и t произведеніе ихъ G пріобрѣтаетъ наибольшую величину, соотвѣтствующую наилучшей утилизаци лошади. Тѣ же опыты и наблюденія приводятъ къ заключенію, что суточная работа лошади получаетъ наибольшую величину, когда $t = 8$ часамъ, $v = 0,5$ сажени въ секунду, а $k =$ въ среднемъ: 5 пудамъ для лошади крѣпкой и сильной, 4 пудамъ для лошади среднихъ качествъ и 3 пудамъ для лошади легкой и слабой. Эти значенія времени пользованія, скорости движенія и силы тяги считаются *нормальными*. Отсюда слѣдуетъ, что въ среднемъ наибольшая величина суточной работы лошади

$$\text{max. } G = k \times 0,5 \times 8 \times 60 \times 60 = 14400 k \text{ пудо-саженъ,}$$

или, по подстановкѣ вмѣсто k приведенныхъ выше значеній нормальной силы тяги, $\text{max. } G = 72000$ пудо-саженъ для сильной лошади, 57600 пудо-саженъ для лошади средней силы и 43200 пудо-саженъ для слабой лошади. Сила тяги лошади пропорціональна

ея вѣсу и равна $\frac{1}{5}$ вѣса; поэтому, если назвать вѣсъ лошади буквою R и подставить въ предыдущее выраженіе, вмѣсто k , равную ему величину $\frac{1}{5} R$, то max. G выразится такъ:

$$\text{max. } G = 2880 R \text{ пудо-саженъ.} \quad (1)$$

Когда одинъ изъ множителей, входящихъ въ составъ работы лошади, отступаетъ отъ нормальнаго значенія, то и другіе два множителя отступаютъ отъ нормальныхъ значеній, и суточная работа лошади становится меньше max. G , если только не побуждаютъ лошадь работать сверхъ той мѣры, за которою силы ея уже не вполне возстановляются ежедневнымъ отдыхомъ и питаніемъ, и наступаетъ истощеніе организма. Пользуясь результатами опытовъ и наблюденій, Машекъ (Maschek) составилъ формулу, выражающую зависимость между временемъ пользованія, скоростью движенія и силою тяги лошади въ томъ случаѣ, когда эти величины отступаютъ отъ нормальныхъ значеній. Если обозначить нормальныя значенія времени пользованія, скорости движенія и силы тяги буквами t , v и k , а какія-либо соотвѣтственные значенія тѣхъ же величинъ буквами t' , v' и k' , то формула Машека выразится такъ:

$$k' = k \left(3 - \frac{v'}{v} - \frac{t'}{t} \right) \quad (2)$$

Эта эмпирическая формула называется *формулою силы*; она даетъ возможность опредѣлять ожидаемую силу тяги лошади въ случаяхъ, когда послѣдней приходится работать при условіяхъ, отступающихъ отъ нормальныхъ.

Понятно, что явленіе изъ жизни живого организма нельзя выразить совершенно точно простою формулою, и потому естественно, что результаты этой формулы не вполне согласуются съ практикою. Если принять для лошади средней силы $k = 4$ пудамъ, $v = 0,5$ сажени и $t = 8$ часамъ, то по формулѣ Машека получаются слѣдующія предѣльныя значенія k' . При $v' = 0$ и $t' = 0$, $k' = 3k$, то есть наибольшая сила тяги, которую можетъ произвести лошадь, вдвое больше нормальной; при $t' = t$ и $v' = 2v$, $k' = 0$, то есть при скорости 1 сажень въ секунду лошадь можетъ двигаться только безъ груза; при $t' = 0$ и $v' = 3v$, $k' = 0$, то есть при скорости 1,5 сажени въ секунду лошадь не можетъ перемѣщать никакого груза

даже въ теченіе весьма короткаго времени. Между тѣмъ наблюденія показываютъ, что наибольшая сила тяги лошади превосходитъ въ четыре раза нормальную и лошадь можетъ произвести такую силу, хотя и весьма короткое время, но нѣсколько разъ въ сутки, съ надлежащими промежутками для отдыха, и что даже при скорости 2 сажени въ секунду лошадь можетъ въ теченіе извѣстнаго времени перемѣщать нѣкоторый грузъ.

Такимъ образомъ, *предѣльные* значенія силы тяги, получаемыя по формулѣ Машека, не согласуются съ данными непосредственныхъ наблюденій. Поэтому названную формулу можно примѣнять съ увѣренностью только къ такимъ значеніямъ v' , t' и k' , которыя не сильно отличаются отъ нормальныхъ.

При перевозкѣ груза лошадь должна производить, кромѣ силы тяги, потребной для перемѣщенія груза, еще особое усиліе для перемѣщенія вѣса своего тѣла. Сообразно съ этимъ, *полная работа* I , производимая лошадыю, складывается изъ *работы внешней* G , употребляемой на преодоленіе сопротивленія экипажа движенію, и изъ *работы внутренней* H , расходуемой лошадыю на передвиженіе собственнаго тѣла. Если назвать буквою t — время пользованія лошадыю въ теченіе сутокъ, а буквами v , k и n — скорость движенія, силу тяги и усиліе для перемѣщенія тѣла ея въ безконечно малый промежутокъ времени dt , то полная суточная работа лошади выразится такъ:

$$I = G + H = \int_0^t (k + n) v dt.$$

Въ случаѣ, когда v , k и n остаются во все время работы одинаковыми, это выраженіе обращается въ слѣдующее:

$$I = G + H = (k + n) vt.$$

До настоящаго времени не произведено еще достаточно опытовъ для точнаго опредѣленія какъ величины усилія n для передвиженія тѣла лошади, такъ и величины внутренней работы $H = nvt$. Однако можно предполагать, что усиліе n пропорціонально вѣсу R тѣла лошади и увеличивается съ увеличеніемъ скорости по нѣкоторому еще неизвѣстному закону и что суточная внутренняя работа H пріобрѣтаетъ наибольшую величину при движеніи шагомъ, подобно тому, какъ и суточная внѣшняя работа G .

Величину усилия n , соответствующую движению шагом, можно приблизительно определить слѣдующимъ путемъ. Извѣстно изъ наблюдений, что лошадь среднихъ качествъ, не везущая никакого груза, проходить шагомъ въ сутки 65 верстъ = 32500 сажень. Если выразить полную суточную работу лошади двоякимъ образомъ: во-первыхъ, предполагая лошадь движущуюся свободно, безъ груза, а во-вторыхъ, предполагая ее везущую при наивыгоднѣйшихъ условіяхъ соответственный грузъ, и затѣмъ приравнять найденныя величины работы, то получится равенство:

$$32500 n = 2880 R + n \times 0,5 \times 8 \times 60 \times 60,$$

изъ котораго слѣдуетъ, что $6,28 n = R$, то есть n составляетъ около $\frac{1}{6}$ вѣса R тѣла лошади, при движеніи ея шагомъ, а суточная внутренняя работа лошади, въ случаѣ наивыгоднѣйшаго ея дѣйствія, то есть при $t = 8$ часамъ и $v = 0,5$ сажени въ секунду, $\text{мах. } H = n \times 0,5 \times 8 \times 60 \times 60 = 14400 n = 2400 R$ пудо-саж.

Такимъ образомъ, наибольшая величина полной суточной работы лошади можетъ быть выражена такъ:

$$\begin{aligned} \text{мах. } I &= \text{мах. } (G + H) = 2880 R + 2400 R = \\ &= 5280 R \text{ пудо-сажень} \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

Для лошади средней силы, которой вѣсъ можно принять равнымъ 20 пудамъ, $\text{мах. } I = 105600$ пудо-саженямъ.

Изъ предыдущаго слѣдуетъ, что у лошади, при наивыгоднѣйшемъ ея дѣйствіи, отношеніе полезной работы къ полной = $2880 : 5280 = 0,5454$, иначе, при движеніи шагомъ полезная работа лошади составляетъ около 55% полной. При движеніи рысью n больше, чѣмъ при движеніи шагомъ, и можетъ быть принято $= \frac{1}{5} R$; при этомъ полезная работа составляетъ всего около 31% полной.

Здѣсь нужно оговориться, что, за недостаткомъ соответственныхъ опытовъ и наблюдений, вышеприведенныя числа, относящіяся до внутренней работы лошади, слѣдуетъ считать лишь грубо приблизительно.

II.

Ось дороги въ планѣ и въ продольномъ видѣ.

6. Видъ оси дороги. Ось дороги представляетъ, вообще говоря, ломаную линію, проходящую по мѣстности сообразно съ изгибами земной поверхности и расположенную то на уровнѣ этой поверхности, то выше, то ниже ея.

Въ планѣ ось дороги состоитъ изъ ряда прямыхъ и кривыхъ линій (фиг. 1); положеніе всѣхъ этихъ линій на мѣстности опредѣляетъ *направленіе дороги*. Въ продольномъ видѣ ось дороги образуется рядомъ прямолинейныхъ участковъ, горизонтальныхъ и наклоненныхъ въ разной мѣрѣ къ горизонту (фиг. 2). Этотъ продольный видъ оси называется *продольнымъ профилемъ дороги*.

При нанесеніи продольнаго профиля дороги на чертежъ откладываютъ въ видѣ абсциссъ горизонтальныя разстоянія различныхъ точекъ оси отъ первоначальной точки, въ масштабѣ 50 или 100 сажень въ соткѣ сажени, а въ видѣ ординатъ высоты тѣхъ же точекъ надъ какой-либо постоянной плоскостью, въ масштабѣ 2 или 5 сажень въ соткѣ, и полученныя точки соединяютъ прямыми линіями. При такомъ способѣ нанесенія, вслѣдствіе неравенства масштабовъ для высотъ и горизонтальныхъ разстояній, чертежъ продольнаго профиля дороги представляетъ всегда *условное* изображеніе продольнаго вида оси, гораздо болѣе удобное для разсмотрѣнія, чѣмъ дѣйствительное изображеніе, такъ какъ на немъ видны съ необходимою ясностью всѣ перегибы оси.

Чтобы дорога была удобна для движенія экипажей, ось ея должна удовлетворять двумъ главнымъ условіямъ; во-первыхъ, кривизна отдѣльныхъ кривыхъ, входящихъ въ составъ оси, не должна превышать определенной величины, а, во-вторыхъ, наклоненіе отдѣльныхъ

участковъ оси къ горизонту не должно превосходить нѣкотораго предѣла.

Разсмотримъ каждое изъ названныхъ условій отдѣльно и постараемся выяснитъ, къ какимъ правиламъ проведенія дорогъ приводитъ требованіе выполнить эти условія.

а) Закругленія поворотовъ дороги.

7. Особенности движенія по закругленіямъ. Въ общемъ случаѣ ось дороги въ планѣ состоитъ изъ прямыхъ линій, направленныхъ подъ разными углами одна къ другой и соединенныхъ у мѣстъ пересѣченія кривыми линіями. Последнія служатъ для постепеннаго перехода отъ направленія одного прямолинейнаго участка къ направленію другого и какъ-бы закругляютъ образуемые прямыми углы или повороты оси; поэтому кривые участки оси называются *закругленіями поворотовъ*.

Закругленіямъ поворотовъ даютъ обыкновенно видъ дугъ круга, очерченныхъ такъ, что соединяемые ими прямолинейные участки касательны къ нимъ. Вслѣдствіе этого условіе предѣльной кривизны кривыхъ участковъ оси сводится къ требованію, чтобы радіусы закругленій не были меньше нѣкоторой величины, *минимальнаго радіуса*.

Кривые участки дороги нерѣдко стѣсняютъ проѣздъ и служатъ при движеніи причиною неудобствъ и добавочныхъ сопротивленій, измѣняющихся въ обратномъ отношеніи съ величиною радіусовъ закругленій.

Когда экипажъ движется по кривой, то лошади производятъ постоянно поперечное усиліе для удержанія его на проѣзжей части дороги; это усиліе очевидно тѣмъ значительнѣе, чѣмъ меньше радіусъ закругленія.

При проходѣ экипажей по закругленіямъ происходитъ скольженіе ободьевъ колесъ по поверхности дороги, и треніе отъ этого скольженія является небольшимъ добавочнымъ сопротивленіемъ движенію. Дѣйствительно, точки обода описываютъ равныя окружности, но окружности эти въ кривыхъ участкахъ дороги катятся по дугамъ разныхъ радіусовъ и потому пробѣгаютъ не равные пути.

При движеніи по закругленіямъ экипажей, запряженныхъ въ одну, двѣ или нѣсколько паръ лошадей, происходитъ уменьшеніе силы

тяги по той причинѣ, что вслѣдствіе кривизны перемѣщенія направленія тяги лошадей составляютъ нѣкоторые углы съ продольной осью экипажа. Напримѣръ, представимъ себѣ, что по закругленію BCD (фиг. 12), описанному изъ центра O радіусомъ $r = BO$, движется экипажъ, запряженный въ двѣ пары лошадей цугомъ, и положимъ, что касательная AB къ дугѣ BCD представляетъ продольникъ экипажа, а хорды BC и CD той же дуги, взаимно равныя, изображаютъ положеніе двухъ паръ лошадей. Назовемъ буквами α_1 и α_2 —углы, образуемые направленіями тяги задней и передней паръ лошадей съ продольной осью экипажа, а буквою a —длину дугъ BC и CD ; при такомъ обозначеніи, какъ видно изъ чертежа,

$$\alpha_1 = \frac{90}{\pi} \frac{a}{r} \text{ и } \alpha_2 = 3 \alpha_1.$$

Если принять, что сила тяги пары лошадей равна $2k$, и предположить, что поворотъ экипажа производится особымъ усиліемъ независимо отъ лошадей, то общая сила тяги четырехъ лошадей на прямомъ участкѣ пути будетъ $2 \times 2k$, а общая сила ихъ, приводящая экипажъ въ движеніе на закругленіи, $2k (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2) = 2k (\cos \alpha_1 + \cos 3 \alpha_1)$; слѣдовательно, уменьшеніе, или потеря, u силы тяги лошадей при движеніи по закругленію, сравнительно съ прямымъ участкомъ, выразится въ разсматриваемомъ случаѣ такъ:

$$\begin{aligned} u &= 2 k [(1 - \cos \alpha_1) + (1 - \cos 3 \alpha_1)] = \\ &= 2 k \left[\left(1 - \cos \frac{90}{\pi} \frac{a}{r}\right) + \left(1 - \cos \frac{90}{\pi} \frac{3a}{r}\right) \right]. \end{aligned}$$

Изъ этого выраженія видно, что уменьшеніе силы тяги на закругленіи тѣмъ значительнѣе, чѣмъ радіусъ закругленія меньше.

Наконецъ, важное неудобство кривыхъ участковъ представляетъ центробѣжная сила, развивающаяся при быстромъ движеніи по нимъ экипажей. Эта сила G прилагается въ центрѣ тяжести A экипажа (фиг. 13) и дѣйствуетъ по радіусу закругленія, то есть нормально къ направленію движенія; слагаясь съ вѣсомъ P экипажа, она даетъ наклонную равнодѣйствующую F' . Если сила F направлена такъ, что встрѣчаетъ дорогу внѣ колесъ, то экипажъ опрокидывается.

Когда центробѣжная сила не такъ велика, чтобы опрокинуть экипажъ, то дѣйствіе ея на кривыхъ участкахъ часто проявляется въ

поперечномъ сдвиганіи экипажа, который удерживается въ своемъ положеніи только треніемъ при скольженіи колесъ по поверхности дороги. Сдвигаясь въ сторону при нѣкоторой величинѣ центробѣжной силы, экипажъ располагается косвенно къ оси дороги, вслѣдствіе чего лошадямъ приходится производить добавочное поперечное усиліе, которое затрудняетъ и утомляетъ ихъ. Такъ какъ центробѣжная сила выражается формулою $\frac{mv^2}{r}$, въ которой m — перемѣщающаяся масса, v — скорость, а r — радіусъ кривизны пути, то очевидно величина этой силы находится въ обратномъ отношеніи съ радіусомъ закругленія.

8. Минимальный радіусъ закругленій въ ровной и гористой мѣстности. Какъ видно изъ изложенныхъ выше разъясненій, для уменьшенія неудобствъ при проѣздѣ слѣдуетъ очерчивать закругленія сколь возможно большими радіусами. Но съ другой стороны, во многихъ случаяхъ, при пересѣченіи прямыхъ участковъ оси подъ острыми углами, при обходѣ препятствій, при гористой мѣстности и т. п., представляется полезнымъ съ точки зрѣнія экономіи, для сокращенія расходовъ на устройство и ремонтъ дороги, уменьшать величину радіусовъ закругленій.

Эти два противоположныя условія должны руководить при рѣшеніи вопроса, какую величину радіуса закругленій благоразумно или выгодно назначить нисшимъ допускаемымъ предѣломъ, то есть какой радіусъ слѣдуетъ принять *минимальнымъ*.

Практика показала, что для обыкновенной быстрой ѣзды, со скоростью около 12 верстъ въ часъ, представляется вполне достаточною величина радіусовъ въ 15 сажень, для ѣзды же болѣе быстрой, со скоростью около 16 верстъ въ часъ, благоразумно не допускать радіусовъ менѣе 25 саж. Поэтому для дорогъ, проводимыхъ въ мѣстностяхъ ровныхъ и холмистыхъ, гдѣ проложеніе закругленій большихъ радіусовъ не встрѣчаетъ затрудненій, слѣдуетъ принимать минимальный радіусъ въ 15 сажень и стараться дѣлать возможно меньше закругленій радіусами, не превосходящими 25 сажень.

Въ гористыхъ мѣстностяхъ проложеніе закругленій значительныхъ радіусовъ представляетъ громадныя трудности и вызываетъ большіе расходы, и потому для дорогъ въ такихъ мѣстностяхъ часто ограничиваются тою величиною радіусовъ закругленій, какая необ-

ходима для свободной медленной ѣзды, для удобнаго движенія шагомъ по кривымъ участкамъ. Это дѣлается въ предположеніи, что экипажи, движущіеся быстро по прямымъ участкамъ, могутъ замедлять свою скорость на закругленіяхъ.

Поэтому минимальная величина радіусовъ закругленій въ гористыхъ мѣстностяхъ опредѣляется размѣрами и устройствомъ экипажей, для проѣзда которыхъ служить дорога, и принимается, въ зависимости отъ этихъ размѣровъ и отъ дѣятельности проѣзда, обыкновенно отъ 10 до 3,5 сажень. Конечно, для возможности свободнаго движенія экипажей по закругленіямъ столь малыхъ радіусовъ, дорога въ мѣстахъ закругленій должна имѣть соотвѣтственную ширину.

9. Опредѣленіе минимальнаго радіуса закругленій и соотвѣтственной ширины дороги по типу экипажа. Опредѣленіе минимальнаго радіуса закругленій и соотвѣтственной ширины дороги по данному типу экипажа не представляетъ затрудненія и можетъ быть сдѣлано или путемъ вычисленія по формуламъ, или помощью графическаго построенія.

Какъ объяснено въ параграфѣ 3, передній ходъ экипажей можетъ свободно поворачиваться на шкворнѣ около вертикальной оси, что доставляетъ экипажамъ возможность двигаться по кривымъ участкамъ дорогъ. Если передній ходъ экипажа поворотить на какой-либо уголъ (фиг. 5), то экипажъ получаетъ движеніе по кривому пути и колеса проходятъ по дугамъ круговъ, имѣющихъ центръ въ точкѣ пересѣченія направленій экипажныхъ осей, причемъ чѣмъ больше уголъ поворота, тѣмъ больше кривизна пути движенія экипажа и тѣмъ меньше радіусы дугъ, описываемыхъ колесами. Наоборотъ, при проходѣ экипажа по закругленію, передній ходъ его поворачивается относительно нормальнаго положенія на опредѣленный уголъ, котораго величина тѣмъ больше, чѣмъ значительнѣе кривизна закругленія, то есть чѣмъ меньше его радіусъ. Наибольшая величина угла поворота, или *полный уголъ поворота*, зависитъ отъ значенія экипажа и опредѣляется его устройствомъ.

Положимъ сначала, что закругленіе должно быть удобно для проѣзда только одного экипажа, грузовой телѣги, запряженной четверкою лошадей, и назовемъ буквою k ширину хода экипажа, l — длину продольника, или разстояніе между осями экипажа, d —

длину дышла, α —полный угол поворота передней оси на шкворнѣ, t —ширину полосы для прохода лошади и r —минимальный радіусъ закругленія.

Для опредѣленія наименьшаго радіуса закругленія, доступнаго для проѣзда этого экипажа, представимъ себѣ, что передній ходъ телѣги (фиг. 14) повернуть на шкворнѣ на полный уголъ поворота α , и въ такомъ видѣ, соответствующемъ наибольшей кривизнѣ пути, телѣга приводится въ движеніе. Тогда минимальный радіусъ закругленія найдемъ какъ среднюю величину радіусовъ r_1 и r_2 , изъ которыхъ первымъ описываетъ дугу правое колесо A задней оси, вторымъ—край B лѣвой пристяжной. Изъ указанной фигуры видно, что, послѣ поворота передней оси на уголъ α , экипажъ вращается около точки O пересѣченія направлений обѣихъ осей, причѣмъ правое колесо описываетъ дугу радіусомъ

$$r_1 = l \cotg \alpha - \frac{k}{2},$$

а край лѣвой пристяжной описываетъ дугу радіусомъ

$$r_2 = \sqrt{d^2 + \left(\frac{l}{\sin \alpha} + 2t \right)^2}.$$

Слѣдовательно минимальный радіусъ закругленія оси дороги

$$r = \frac{r_1 + r_2}{2} = \frac{1}{2} \left[l \cotg \alpha - \frac{k}{2} + \sqrt{d^2 + \left(\frac{l}{\sin \alpha} + 2t \right)^2} \right]. \quad (4)$$

Изъ той же фигуры 14 видно, что для свободнаго проѣзда экипажа по закругленію радіусомъ r ширина проѣзжей части дороги по кривому участку должна быть не менѣе

$$\begin{aligned} b &= r_2 - r_1 + 2m = \\ &= \sqrt{d^2 + \left(\frac{l}{\sin \alpha} + 2t \right)^2} - l \cotg \alpha + \frac{k}{2} + 2m, \quad \dots \quad (5) \end{aligned}$$

при условіи разумѣть подъ буквою m ширину каждой изъ двухъ запасныхъ полосокъ, необходимыхъ по обѣимъ сторонамъ пути для того, чтобы правое колесо задняго хода экипажа и лѣвая пристяжная не сходили съ проѣзжей части дороги при малѣйшихъ непра-

вильностяхъ въ движеніи экипажа по закругленію. Ширина m принимается обыкновенно въ 0,1 сажени.

Отсюда слѣдуетъ, что при ширинѣ каждой изъ обочинъ, равной c , ширина всей дороги въ мѣстѣ закругленія должна быть не менѣе

$$g = b + 2c = r_2 - r_1 + 2(m + c). \quad (6)$$

По предыдущимъ формуламъ легко вычислить минимальную величину радіуса закругленія, наименьшую ширину проѣзжей части и таковую же ширину дороги, когда извѣстны размѣры экипажа и полный уголъ поворота его.

Выраженія 4 и 5 показываютъ, что между радіусомъ закругленія и шириною проѣзжей части дороги, необходимою для свободнаго проѣзда экипажа по закругленію, существуетъ опредѣленная зависимость. Если радіусъ закругленія превосходитъ минимальный радіусъ, то необходимая въ мѣстѣ закругленія ширина проѣзжей части дороги уменьшается съ увеличеніемъ радіуса, и численное значеніе ея можно опредѣлить по формуламъ 4 и 5. Для этого по данному r и по извѣстнымъ размѣрамъ экипажа опредѣляютъ изъ уравненія 4, рядомъ пробныхъ подстановокъ, уголъ поворота α , соотвѣтствующій данному радіусу закругленія; затѣмъ, вставивъ найденный уголъ α и размѣры экипажа въ уравненіе 5, вычисляютъ по этому уравненію необходимую ширину b проѣзжей части дороги.

Въ дѣйствительности нерѣдко дается ширина проѣзжей части дороги и по ней требуется найти соотвѣтственный наименьшій радіусъ закругленія; въ такомъ случаѣ сперва опредѣляютъ изъ уравненія 5, посредствомъ ряда пробныхъ подстановокъ, численную величину угла α , соотвѣтствующую данной ширинѣ b , а затѣмъ, вставивъ найденную величину α въ уравненіе 4, находятъ изъ него искомую величину радіуса r . Рѣшеніе этой задачи, а также и предыдущей, сильно упрощается, если по даннымъ размѣрамъ экипажа вычислить напередъ по формуламъ 4 и 5 для цѣлаго ряда угловъ, начинающагося полнымъ угломъ поворота и постепенно убывающаго на 2° , соотвѣтственные величины радіусовъ закругленій и ширины проѣзжей части дороги, и изъ вычисленныхъ величинъ составить таблицу, заключающую въ первой графѣ углы поворота, во второй — соотвѣтственные радіусы закругленій, а въ третьей — ширину проѣзжей части. По составленіи такой таблицы, легко, посредствомъ интерполированія, для всякаго радіуса закругленія найти соотвѣтственную

ширину проѣзжей части дороги и по ширинѣ проѣзжей части—соответственный радіусъ закругленія.

Опредѣленіе минимальнаго радіуса закругленій по размѣрамъ экипажа можетъ быть сдѣлано и графическимъ путемъ. Для этого вычерчиваютъ подобно тому, какъ показано на фигурѣ 14, данный экипажъ въ опредѣленномъ масштабѣ, принимая передній ходъ его повернутымъ на полный уголъ поворота, а затѣмъ находятъ точку *O* пересѣченія направлений экипажныхъ осей и измѣряютъ разстоянія *OA* и *OB* отъ точки *O* до праваго задняго колеса и до края лѣвой пристяжной; средняя величина этихъ разстояній представляетъ минимальный радіусъ закругленія, а разность ихъ, увеличенная на *2m*,—наименьшую ширину проѣзжей части дороги. Этотъ же графическій способъ можно примѣнить и къ опредѣленію наименьшей ширины проѣзжей части, соответственной принятому радіусу закругленія, и минимальнаго радіуса закругленія, соответственнаго принятой ширинѣ проѣзжей части.

Радіусъ закругленія и ширина проѣзжей части дороги, опредѣляемые по формуламъ 4 и 5, вполне достаточны для проѣзда экипажа по самому закругленію, но для возможности свободнаго перехода экипажа съ прямого участка на закругленіе необходимо давать этимъ величинамъ нѣсколько бѣльшія значенія. Въ самомъ дѣлѣ, если экипажъ движется по прямому участку дороги у внутренняго края проѣзжей части (фиг. 15), то поворотъ передняго хода можетъ быть сдѣланъ лишь тогда, когда задняя ось экипажа достигнетъ начала закругленія; въ виду этого, вычисленные по формуламъ 4 и 5 радіусъ закругленія и ширина проѣзжей части дороги должны быть увеличены настолько, чтобы передъ поворотомъ передняго хода, то есть при $\alpha = 0$, лѣвая пристяжная лошадь находилась еще на проѣзжей части.

Если назвать разстояніе точки *C* (фиг. 15) отъ центра *O* буквою r_3 , то изъ треугольника *OCD* видно, что

$$r_3 = \sqrt{(d + l)^2 + (l \cotg \alpha + 2t)^2}.$$

Отсюда слѣдуетъ, что, для удобнаго въѣзда грузовой телѣги на закругленіе, радіусъ закругленія долженъ быть не менѣе

$$r_0 = \frac{r_1 + r_3}{2} = \frac{1}{2} \left\{ l \cotg \alpha - \frac{k}{2} + \sqrt{(d + l)^2 + (l \cotg \alpha + 2t)^2} \right\}, \quad (7)$$

а ширина проѣзжей части должна быть не менѣе

$$b_0 = r_3 - r_1 + 2m = \sqrt{(d + l)^2 + (l \cotg \alpha + 2t)^2} - l \cotg \alpha + \frac{k}{2} + 2m. \quad (8)$$

Впрочемъ, иногда оставляють безъ вниманія необходимость увеличенія радіуса закругленія и ширины проѣзжей части до размѣровъ r_0 и b_0 въ виду того, что, во-первыхъ, можно направить экипажъ передъ въѣздомъ на закругленіе такъ, чтобы онъ двигался у внѣшняго края проѣзжей части дороги и только постепеннымъ поворачиваніемъ достигалъ того положенія, въ какомъ онъ изображенъ на фигурѣ 14, а во-вторыхъ, случайный выходъ лошадей на обочину, вслѣдствіе неловкаго управленія ими, не представляетъ существеннаго неудобства, при рѣдко бывающемъ проѣздѣ очень тяжелыхъ экипажей.

Изъ формулъ 4 и 7 видно, что разстояніе l между осями экипажа имѣетъ большое вліяніе на величину минимальнаго радіуса r закругленій и что съ возрастаніемъ l увеличивается и r . Поэтому при опредѣленіи послѣдняго необходимо принимать въ расчетъ самыя длинныя экипажи, какіе только могутъ проѣзжать по дорогѣ. Очень часто самыми длинными экипажами представляются роспуски для перевозки длинныхъ бревенъ. Если для такихъ роспусковъ опредѣлить минимальный радіусъ и соотвѣтственную ширину пути по формуламъ 4 и 5, или 7 и 8, то при большой длинѣ бревенъ получаются величины, во многихъ случаяхъ непримѣнимыя по огромному количеству земляныхъ работъ. Поэтому, при опредѣленіи минимальнаго радіуса закругленій и соотвѣтственной наименьшей ширины дороги по размѣрамъ роспусковъ, нагруженныхъ длинными бревнами, обыкновенно принимаютъ, что какъ передній, такъ и задній ходъ экипажа можетъ поворачиваться около вертикальной оси (параграфъ 3, стр. 5). Поворотъ задняго хода одновременно съ переднимъ сильно уменьшаетъ величину радіуса закругленій и соотвѣтственную ширину пути.

Положимъ, что роспуски, запряженные парой лошадей и нагруженные длиннымъ бревномъ, находятся въ положеніи, изображенномъ на фигурѣ 16, и обозначимъ радіусы дугъ, описываемыхъ пра-

вымъ колесомъ задняго хода и лѣвымъ колесомъ передняго хода, буквами r_1 и r_2 , полные углы поворота передняго и задняго хода буквами α и α_1 , разстояніе между осями, равное обыкновенно $\frac{2}{3}$ длины L бревна буквою l и разстояніе между колесами буквою k . Тогда, какъ видно изъ фигуры, между обозначенными величинами существуютъ соотношенія, выражаемыя равенствами:

$$\left(r_1 + \frac{k}{2}\right) \sin(\alpha + \alpha_1) = l \cos \alpha,$$

$$\left(r_2 - \frac{k}{2}\right) \sin(\alpha + \alpha_1) = l \cos \alpha_1,$$

изъ которыхъ слѣдуетъ, что

$$r_1 = \frac{l \cos \alpha}{\sin(\alpha + \alpha_1)} - \frac{k}{2},$$

$$r_2 = \frac{l \cos \alpha_1}{\sin(\alpha + \alpha_1)} + \frac{k}{2}.$$

Если въ видахъ упрощенія допустить, что радіусъ дуги, описываемой краемъ лѣвой лошади, не превосходитъ r_2 , то изъ предшествующихъ выраженій получается, что минимальный радіусъ закругленія

$$r = \frac{r_1 + r_2}{2} = \frac{l \cos \alpha + \cos \alpha_1}{2 \sin(\alpha + \alpha_1)}, \quad \dots \quad (9)$$

а наименьшая ширина проѣзжей части дороги въ мѣстѣ закругленія

$$b = r_2 - r_1 + 2m = l \frac{\cos \alpha_1 - \cos \alpha}{\sin(\alpha + \alpha_1)} + k + 2m. \quad \dots \quad (10)$$

Въ предыдущемъ выводѣ принято, что задній свѣсъ бревна можетъ свободно проходить надъ внѣшней обочиной и даже выступать за край дороги. Нерѣдко въ мѣстѣ закругленія дорога проходитъ частью по высокой насыпи, частью въ глубокой выемкѣ, съ подпорными стѣнами, и по внѣшнему краю ея ставятся надолбы или перильныя стѣнки, а на обочинѣ помѣщаются кучи камня или щебня для ремонта дороги. Въ такомъ случаѣ задній свѣсъ бревна, перевозимаго на роспускахъ по закругленію, не долженъ выходить за предѣлы проѣзжей части; для удовлетворенія этому условію радіусъ закругленія и ширина пути опредѣляются въ зависимости отъ

радіуса r_3 дуги, описываемой концомъ K задняго свѣса бревна (фиг. 17). Обозначимъ длину задняго свѣса бревна, обыкновенно равную $\frac{1}{3} L$, буквою l_1 ; тогда, какъ видно изъ фигуры,

$$r_3 = \sqrt{AK^2 + AO^2},$$

или, по введеніи въ это выраженіе

$$AK = l_1 + \frac{l \cos \alpha \sin \alpha_1}{\sin (\alpha + \alpha_1)} \quad \text{и} \quad AO = \frac{l \cos \alpha \cos \alpha_1}{\sin (\alpha + \alpha_1)},$$

$$r_3 = \sqrt{l_1^2 + \frac{2l_1 l \cos \alpha \sin \alpha_1}{\sin (\alpha + \alpha_1)} + \frac{l^2 \cos^2 \alpha}{\sin^2 (\alpha + \alpha_1)}};$$

сверхъ того, согласно съ предыдущимъ выводомъ,

$$r_1 = \frac{l \cos \alpha}{\sin (\alpha + \alpha_1)} - \frac{k}{2}.$$

При этомъ, если принять для краткости

$$\frac{l \cos \alpha}{\sin (\alpha + \alpha_1)} = p,$$

то минимальный радіусъ закругленія

$$r = \frac{r_1 + r_3}{2} = \frac{1}{2} \left(p - \frac{k}{2} + \sqrt{l_1^2 + 2l_1 p \sin \alpha_1 + p^2} \right), \quad (11)$$

а наименьшая ширина проѣзжей части въ мѣстѣ закругленія

$$b = r_3 - r_1 + 2m = \sqrt{l_1^2 + 2l_1 p \sin \alpha_1 + p^2} - p + \frac{k}{2} + 2m, \quad (12)$$

Величина минимальнаго радіуса закругленія и соотвѣтственная ширина проѣзжей части дороги, опредѣляемая по формуламъ 9, 10, 11 и 12, вполне достаточны для проѣзда роспусковъ по самому закругленію, но, для возможности свободнаго въѣзда роспусковъ съ прямого участка дороги на кривой, радіусъ закругленія и ширина проѣзжей части должны быть больше опредѣляемыхъ по предшествующимъ формуламъ. Если роспуски съ длиннымъ бревномъ движутся у внутренняго края дороги (фиг. 18), то поворотъ обѣихъ осей можно сдѣлать лишь тогда, когда роспуски достигнуть поло-

женія, показаннаго на фигурѣ, то есть когда передняя ось отойдетъ отъ начала закругленія на разстояніе

$$u = \frac{l \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \alpha_1}.$$

Затѣмъ, чтобы при вѣздѣ на закругленіе ни лошади, ни колеса роспусковъ не сошли съ проѣзжей части дороги, радіусъ закругленія долженъ быть равенъ средней величинѣ изъ разстояній: $AO = r_4$ и $BO = r_5$, а ширина проѣзжей части должна быть равна $r_5 - r_4 + 2m$. Отсюда, замѣчая, что

$$r_4 = u \cotg \alpha - \frac{k}{2},$$

а
$$r_5 = \sqrt{BC^2 + CO^2} = \sqrt{(d+u)^2 + (u \cotg \alpha + t)^2},$$

находимъ, что минимальный радіусъ закругленія

$$r_0 = \frac{1}{2} \left[u \cotg \alpha - \frac{k}{2} + \sqrt{(d+u)^2 + (u \cotg \alpha + t)^2} \right], \quad . \quad (13)$$

а соотвѣтственная ширина проѣзжей части

$$b_0 = \sqrt{(d+u)^2 + (u \cotg \alpha + t)^2} - u \cotg \alpha + \frac{k}{2} + 2m. \quad . \quad (14)$$

Хотя опредѣляемые этими формулами радіусъ закругленія и ширина пути необходимы лишь въ началѣ закругленія, отъ мѣста примыканія прямого участка дороги до поперечнаго профиля ED , а на остальной части закругленія эти величины могутъ быть ограничены размѣрами r и b , получающимися по формуламъ 9 и 10, 11 и 12, но обыкновенно при устройствѣ кривыхъ участковъ дороги принимаютъ радіусъ закругленія и ширину пути на всемъ протяженіи ихъ одинаковыми и равными r_0 и b_0 , или болѣе этихъ величинъ.

Опредѣленіе радіуса закругленія и ширины пути по размѣрамъ роспусковъ дѣлается очень легко и удобно графическимъ способомъ. Для этого по образцу фигуръ 16, 17 или 18 вычерчиваютъ роспуски, нагруженные бревномъ заданной длины, въ опредѣленномъ масштабѣ, съ соотвѣтственными полными углами поворота обѣихъ осей и въ надлежащемъ положеніи, а затѣмъ прямо измѣреніемъ по чертежу находятъ необходимыя для проѣзда роспусковъ величину радіуса закругленія и ширину пути.

До сихъ поръ, при изложеніи разсматриваемаго вопроса, предполагалось, что закругленіе должно быть удобно для проѣзда лишь одного экипажа, — грузовой телѣги или роспусковъ съ длиннымъ бревномъ. Если закругленіе должно служить для свободнаго проѣзда двухъ экипажей, то величину минимальнаго радіуса закругленія и соотвѣтственную ширину дороги можно найти тѣмъ же способомъ, который примѣненъ выше къ закругленіямъ для проѣзда лишь одного экипажа.

Положимъ, напримѣръ, что закругленіе должно быть удобно для проѣзда разомъ двухъ наиболѣе громоздкихъ экипажей, двухъ одинаковыхъ грузовыхъ телѣгъ M и N , запряженныхъ четверкою лошадей (фиг. 19). Сохраняя прежнія обозначенія главныхъ размѣровъ телѣгъ, назовемъ буквою n промежутокъ между краемъ B пристяжной лошади первой телѣги и заднимъ колесомъ C второй телѣги; промежутокъ этотъ, принимаемый обыкновенно равнымъ 0,40 сажени, необходимъ для помѣщенія свѣса кузова телѣги и для образованія нѣкотораго зазора.

Минимальный радіусъ r закругленія найдемъ, какъ среднюю величину двухъ радіусовъ r_1 и r_4 , изъ которыхъ первымъ описываетъ дугу правое заднее колесо A телѣги M , движущейся у внутренняго края дороги, а вторымъ очерчиваетъ дугу край D правой пристяжной лошади въ телѣгѣ N , перемѣщающейся у вѣшняго края дороги. Радіусъ r_1 выражается такъ:

$$r_1 = l \cotg \alpha - \frac{k}{2},$$

а для нахожденія радіуса r_4 нужно опредѣлить сперва уголъ α' , на который поворачивается передній ходъ телѣги N при проходѣ по закругленію. Уголъ α' опредѣляется тѣмъ условіемъ, что радіусъ r_3 дуги, описываемой заднимъ лѣвымъ колесомъ телѣги N , лишь на n больше радіуса r_2 дуги, описываемой краемъ лѣвой пристяжной лошади въ телѣгѣ M , то есть, что $r_3 = r_2 + n$, или

$$l \cotg \alpha' - \frac{k}{2} = \sqrt{d^2 + \left(\frac{l}{\sin \alpha} + 2t \right)^2} + n. \quad (e)$$

Опредѣливъ изъ этого равенства величину угла α' , найдемъ r_4 по формулѣ:

$$r_4 = \sqrt{d^2 + \left(\frac{l}{\sin \alpha'} + 2t \right)^2}.$$

Слѣдовательно, въ разсматриваемомъ случаѣ минимальный радіусъ закругленія

$$r = \frac{r_1 + r_4}{2} = \frac{1}{2} \left[l \cotg \alpha - \frac{k}{2} + \sqrt{d^2 + \left(\frac{l}{\sin \alpha'} + 2t \right)^2} \right], \quad (15)$$

а соотвѣтственная наименьшая ширина проѣзжей части дороги на закругленіи

$$b = r_4 - r_1 + 2m = \sqrt{d^2 + \left(\frac{l}{\sin \alpha'} + 2t \right)^2} - l \cotg \alpha + \frac{k}{2} + 2m. \quad (16)$$

если подъ буквою α' разумѣть уголъ, опредѣляемый равенствомъ e .

Если дорога должна служить для одновременнаго проѣзда роспусковъ съ длиннымъ бревномъ и грузовой телѣги, то, при опредѣленіи минимальнаго радіуса закругленій и ширины проѣзжей части, можно принимать въ расчетъ только движеніе роспусковъ, потому что, въ случаѣ встрѣчи грузовой телѣги съ роспусками въ мѣстѣ закругленія, телѣга можетъ остановиться и выждать, пока роспуски не пройдутъ по закругленію. При сравнительно небольшомъ числѣ проходящихъ по дорогѣ роспусковъ съ длинными бревнами, такія остановки не могутъ представить затрудненія проѣзду.

Опредѣленная по формуламъ или графическимъ путемъ ширина b проѣзжей части дороги на закругленіи можетъ оказаться меньше или больше принятой ширины b' на прямыхъ участкахъ дороги. Если ширина b на закругленіи получается меньше ширины b' на прямыхъ участкахъ, то первую доводятъ до размѣра второй, то есть увеличиваютъ b на $b' - b$, причемъ минимальный радіусъ закругленія также увеличивается, а именно на $\frac{b' - b}{2}$. Если же b получается больше b' , то для соединенія прямого участка дороги съ кривымъ поступаютъ такъ: линію внутренняго края прямого участка (фиг. 20) располагаютъ по касательной къ дугѣ внутренняго края кривого участка, а для сопряженія оси и внѣшняго края прямого участка съ соотвѣтственными дугами кривого участка вставляютъ между означенными линіями дуги AB и CD пологихъ кривыхъ, какъ показано на фигурѣ 20.

При проведеніи дороги по крутому косогору, прямые участки оси, сходящіяся подъ угломъ, пролегаютъ нерѣдко такъ близко одинъ

отъ другого, что сопряженіе этихъ участковъ закругленіемъ требуемаго радіуса, вблизи точки встрѣчи ихъ, представляется невозможнымъ. Въ такихъ случаяхъ для соединенія прямыхъ участковъ дороги прибѣгаютъ къ устройству *дорожной извилины*, или *серпентины* (фиг. 21).

Для начертанія дорожной извилины, изъ точки *O* встрѣчи двухъ прямыхъ участковъ *CO* и *DO* дорожной оси минимальнымъ радіусомъ *r*, опредѣленнымъ по типу экипажа, описываютъ дугу *ef*, длиною немного болѣе полуокружности. Затѣмъ отыскиваютъ такой поперечный профиль *AB* (фиг. 21 и 22) поверхности земли, который по своему положенію представляетъ достаточно пространства для помѣщенія земляного полотна двухъ участковъ дороги. Изъ точекъ *a* и *b* найденнаго профиля проводятъ касательныя *ae* и *bf* къ дугѣ закругленія, а переломы оси въ точкахъ *a* и *b* округляютъ дугами круговъ, описанныхъ радіусами не меньше *r*, принятаго для главнаго закругленія. Наконецъ, по ширинѣ проѣзжей части, опредѣленной въ зависимости отъ величины радіуса закругленія, и по ширинѣ обочинъ, назначаютъ края дороги по всей длинѣ извилины.

10. Правительственныя постановленія о минимальномъ радіусѣ закругленій. По циркуляру Министерства путей сообщенія, отъ 28 мая 1881 года, минимальный радіусъ закругленій поворотовъ для подъѣздныхъ шоссеиныхъ дорогъ принимается въ 16 сажень.

Конечно, постановленіе это относится къ наиболѣе обыкновеннымъ условіямъ проведенія дорогъ въ Россіи, къ случаямъ устройства дорогъ въ ровной или слабо холмистой мѣстности; для случаевъ же проложенія дорогъ въ гористой мѣстности необходимо опредѣлять минимальный радіусъ закругленій указаннымъ выше способомъ, по устройству и размѣрамъ экипажей, сообразуясь съ родомъ и дѣятельностью ожидаемаго проѣзда, причемъ во всякомъ случаѣ должны быть выяснены причины отступленія отъ циркуляра.

Постановленіе о минимальномъ радіусѣ закругленій сопровождается въ названномъ циркулярѣ слѣдующими правилами: 1) продольному профилю дороги въ мѣстахъ закругленій малыми радіусами придается малый уклонъ (около 0,01), и 2) два рядомъ помѣщенные закругленія въ противоположныя стороны раздѣляются прямымъ участкомъ въ 10 сажень длины.

Первое правило основывается на томъ, что на большихъ уклонахъ такъ же, какъ и на крутыхъ закругленіяхъ, сопротивление тягѣ увеличивается и движеніе затрудняется, а потому для устраненія важныхъ неудобствъ для проѣзда слѣдуетъ избѣгать совпаденія большихъ уклоновъ съ крутыми закругленіями. Второе правило относится только къ закругленіямъ малаго радіуса, предѣльнаго или близкаго къ предѣльному, и преимущественно къ закругленіямъ, назначаемымъ для быстрой ѣзды; если же слѣдующія одно за другимъ закругленія описаны радіусомъ болѣе 15—25 сажень, то непосредственное примыканіе ихъ не затрудняетъ проѣзда. Для ѣзды шагомъ вставка прямого участка оказывается необходимой лишь въ рѣдкихъ случаяхъ, при закругленіяхъ минимальнымъ радіусомъ, опредѣленнымъ по размѣрамъ роспусковъ для перевозки длинныхъ бревень, при чемъ длина прямого участка зависитъ отъ длины бревень.

Въ Пруссіи правительственнымъ постановленіемъ по устройству шоссеиныхъ дорогъ предписано входить въ обсужденіе необходимости соотвѣтственнаго уширенія проѣзжей части дороги при закругленіяхъ радіусомъ менѣе 35,15 сажень (75 метровъ), но минимальный радіусъ закругленій не указанъ. Въ Вюртембергѣ постановлено принимать минимальный радіусъ закругленій въ 6,09 сажень (13 метровъ) на дорожныхъ извилинахъ и въ 11,72 сажени (25 метровъ) на простыхъ поворотахъ, если только особыя условія не дѣлають необходимыми отступленій отъ этихъ размѣровъ.

б) Продольный профиль дороги.

11. Продольные уклоны. Продольный профиль дороги, представляя продольный видъ дорожной оси, состоитъ изъ ряда прямолинейныхъ участковъ, горизонтальныхъ и наклонныхъ къ горизонту. Наклоненіе отдѣльныхъ участковъ оси къ горизонту, или *продольный уклонъ* ихъ, выражается тангенсомъ угла наклоненія, то есть отношеніемъ разности высотъ двухъ точекъ къ горизонтальному разстоянію между ними; такъ, уклонъ въ 0,02 означаетъ такое положеніе участка, при которомъ двѣ точки, находящіяся на оси въ разстояніи сажени одна отъ другой, отстоятъ по высотѣ на двѣ сотыя сажени.

Хотя горизонтальное положеніе дороги самое легкое и удобное для движенія, но неровности земной поверхности, а также нѣкто-

рыя экономическія и техническія соображенія, обыкновенно заставляютъ отъ него отклоняться. Если соединяемые дорогою пункты лежать на разной высотѣ, или раздѣлены горнымъ хребтомъ, то горизонтальное положеніе дороги представляется, очевидно, невозможнымъ. Если мѣстность проведенія дороги холмистая или гористая, то отъ горизонтальнаго положенія отказываются, даже при возможности его, вслѣдствіе того, что оно вызвало бы большое удлиненіе пути и громадныя, весьма дорогія работы по устройству дороги. Наконецъ, даже при ровной горизонтальной мѣстности дорогамъ придаютъ нерѣдко небольшіе продольные уклоны съ цѣлью облегчить стокъ воды съ поверхности земляного полотна.

Участки дороги съ уклономъ представляютъ нѣкоторое затрудненіе проѣзду, тѣмъ болѣе, чѣмъ больше уклонъ, такъ что при извѣстной величинѣ уклона дорога дѣлается неудобною для движенія. Для доставленія проѣзду возможно большихъ удобствъ слѣдуетъ стремиться къ уменьшенію уклоновъ, но, съ другой стороны, съ уменьшеніемъ продольныхъ уклоновъ длина дороги увеличивается, и возрастаютъ расходы на устройство и ремонтъ дороги. Въ виду этого наиболѣе цѣлесообразнымъ является проложеніе дороги съ такимъ продольнымъ профилемъ, при которомъ удобства и выгоды проѣзда удовлетворяются возможно полнѣе при возможно меньшихъ расходахъ на устройство и ремонтъ дороги.

При рѣшеніи вопроса о наивыгоднѣйшемъ продольномъ профилѣ представляется необходимымъ прежде всего установить высшую предѣльную величину уклоновъ, допускаемую при требуемыхъ удобствахъ сообщенія, то есть такъ называемый *максимальный уклонъ*. Величина максимальнаго уклона зависитъ отъ мѣстныхъ условій проведенія дороги, а именно: отъ характера мѣстности, отъ нагрузки и устройства экипажей и отъ рода, силы и направленія движенія по дорогѣ.

12. Сопротивленіе экипажей движенію на горизонтальномъ пути. Всякій экипажъ, перемѣщаемый по дорогѣ, оказываетъ нѣкоторое противодѣйствіе движущей силѣ; это противодѣйствіе называется *сопротивленіемъ* экипажа движенію. При перемѣщеніи экипажа, сопротивленіе его T преодолевается силою тяги K запряженныхъ въ экипажъ животныхъ, такъ что въ каждый моментъ дви-

женія $T=K$. Сопротивленіе экипажа зависитъ отъ устройства его, отъ качествъ дороги и отъ продольнаго уклона послѣдней.

На прямомъ горизонтальномъ пути сопротивленіе экипажа движению происходитъ отъ скользящаго тренія осей во втулкахъ ступицъ и отъ тренія при каченіи ободьевъ колесъ по поверхности дороги. Соотвѣтственно съ этимъ, полное сопротивленіе экипажа въ такомъ случаѣ состоитъ изъ двухъ частей: изъ сопротивленія отъ тренія перваго рода на осяхъ экипажа и изъ сопротивленія отъ тренія втораго рода на ободьяхъ колесъ.

Если r —радіусъ колеса, r_1 —радіусъ концевой части оси, f_1 —коэффициентъ тренія желѣза по желѣзу при смазкѣ, P —полный вѣсъ экипажа и P_1 —вѣсъ, передающійся на колеса (фиг. 23), то сопротивление отъ тренія экипажныхъ осей во втулкахъ ступицъ

$$T_1 = f_1 P_1 \frac{r_1}{r}, \text{ или приблизительно } T_1 = f_1 P \frac{r_1}{r} \quad (17)$$

Треніе при каченіи ободьевъ колесъ по поверхности дороги является вслѣдствіе того, что колесо, при движеніи по дорогѣ, нѣсколько вдавлиываетъ поверхность ея, при чемъ необходимая для этого работа производится силою тяги. Сопротивленіе отъ тренія при каченіи можно выразить формулою лишь при допущеніи нѣкоторыхъ предположеній.

Предположимъ, что колесо движущагося экипажа съ полнымъ вѣсомъ P выдавливаетъ на поверхности дороги борозду, шириною b , равною ширинѣ обода, и глубиною h , зависящую отъ свойствъ матеріала дороги и отъ ея устройства, и что сила S (фиг. 24), противодѣйствующая вдавліванію каждаго колеса, пропорціональна величинѣ вытѣсняемаго объема и приложена въ центрѣ тяжести этого объема. Если назвать буквою T_2 —силу тяги, приложенную къ осямъ экипажа и преодолевающую сопротивленіе отъ тренія при каченіи, а буквою n —число колесъ экипажа, то въ любой моментъ движенія

$$T_2 r = n S s.$$

При этомъ, такъ какъ борозда сзади колеса выдавливается раньше разсматриваемаго момента, то площадь поперечнаго сѣченія вытѣсняемаго объема выражается полусегментомъ ABC , высотой h и длиною l . Этотъ полусегментъ, вслѣдствіе его малыхъ размѣровъ,

можно считать параболическимъ отрѣзкомъ и потому принять его площадь $\omega = \frac{2}{3}hl$. Въ такомъ случаѣ, по сдѣланному предположенію, сила $S = \frac{2}{3}\gamma hlb$, если назвать буквою γ нѣкоторый коэффициентъ, зависящій отъ состоянія поверхности дороги.

Кромѣ того, при замѣнѣ полусегмента параболическимъ отрѣзкомъ, по свойствамъ параболы,

$$h = \frac{l^2}{2r} \quad \text{и} \quad s = \frac{3}{8}l.$$

Вставляя въ предшествующее выраженіе силы S , вмѣсто h , его величину получимъ:

$$S = \frac{2}{3}\gamma \frac{l^3}{2r}b = \frac{1}{3r}\gamma l^3b,$$

откуда

$$l = \sqrt[3]{\frac{3rS}{\gamma b}} \quad \text{и} \quad s = \frac{3}{8}\sqrt[3]{\frac{3rS}{\gamma b}}.$$

Вводя полученное значеніе s въ первоначальное равенство и замѣняя затѣмъ въ немъ nS , сумму силъ, противодѣйствующихъ вдавливанію колесъ, равнымъ ей полнымъ вѣсомъ P экипажа, придемъ къ слѣдующему равенству:

$$T_2r = nS \frac{3}{8}\sqrt[3]{\frac{3rS}{\gamma b}} = \frac{3}{8}\sqrt[3]{\frac{3rn^4S^4}{n\gamma b}} = \frac{3}{8}\sqrt[3]{\frac{3rP^4}{n\gamma b}}.$$

Раздѣляя обѣ части этого равенства на r и полагая для упрощенія

$$\frac{3}{8}\sqrt[3]{\frac{3}{n\gamma}} = f_2,$$

получимъ, что сопротивленіе экипажа отъ тренія при каченіи ободьевъ колесъ по поверхности дороги

$$T_2 = f_2 \sqrt[3]{\frac{P^4}{br^2}} \quad \dots \quad (18)$$

Эта формула, выведенная впервые *Герстнеромъ* (Gerstner), даетъ результаты, не вполне согласующіеся съ наблюденіями, но для практики, въ большинствѣ случаевъ, достаточно близкіе къ дѣйствительности.

Изъ предыдущаго слѣдуетъ, что полное сопротивленіе экипажа движенію на прямомъ горизонтальномъ пути

$$T_0 = T_1 + T_2 = f_1 P \frac{r_1}{r} + f_2 \sqrt[3]{\frac{P^4}{br^2}} \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

Для изслѣдованія вопроса о сопротивленіи экипажей движенію на дорогахъ разнаго рода произведено много опытовъ, но точное значеніе коэффициентовъ f_1 и f_2 въ отдѣльности неизвѣстно, потому что всѣ опыты даютъ сопротивленіе полное, составное изъ сопротивленія отъ тренія перваго рода на осяхъ экипажа и изъ сопротивленія отъ тренія втораго рода на ободьяхъ колесъ.

Имѣя въ виду практическія приложенія, обыкновенно выражаютъ полное сопротивленіе экипажа движенію на прямомъ горизонтальномъ пути простою формулою:

$$T_0 = fP, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

въ которой f представляетъ коэффициентъ сопротивленія, зависящій отъ устройства экипажа, скорости движенія и свойствъ дороги.

Самые подробные опыты надъ сопротивленіемъ экипажей произведены Мореномъ (Morin); общіе выводы изъ этихъ опытовъ заключаются въ слѣдующемъ:

1) Сопротивленіе экипажа на каменной брусчатой мостовой и на хорошо укатанномъ шоссе пропорціонально полному вѣсу экипажа, обратно пропорціонально діаметру колесъ, не зависитъ отъ числа колесъ и почти не зависитъ отъ ширины ободьевъ.

2) На пути изъ сжимаемыхъ матеріаловъ, каковы — земля, песокъ и свѣжеразсыпанный щебень, сопротивленіе экипажа уменьшается съ увеличеніемъ ширины ободьевъ колесъ.

3) На хорошей каменной мостовой и на хорошемъ шоссе, при скорости движенія не выше 0,5 сажени въ секунду, сопротивленіе почти не зависитъ отъ скорости и одинаково для экипажей съ рессорами и безъ рессоръ; при большей же скорости движенія, сопротивленіе возрастаетъ съ увеличеніемъ скорости и возрастаніе сопротивленія почти пропорціонально увеличенію скорости, при чемъ влияніе скорости на сопротивленіе тѣмъ слабѣе, чѣмъ лучше рессоры и чѣмъ лучше дорога.

4) На пути изъ мягкихъ сжимаемыхъ матеріаловъ, каковы —

земля, песокъ, хрящъ, свѣженасыпанный грунтъ и сырой дернъ, сопротивленіе экипажа не зависитъ отъ скорости движенія.

5) При движеніи шагомъ, сопротивленіе на хорошей каменной брусчатой мостовой составляетъ около $\frac{3}{4}$ сопротивленія на хорошей шоссейной дорогѣ; при движеніи рысью, сопротивленіе на хорошей мостовой одинаково съ сопротивленіемъ на хорошемъ шоссе, а сопротивленіе на дурно ремонтируемой мостовой съ разошедшимися камнями больше сопротивленія на шоссе.

Коэффициентъ сопротивленія f сильно измѣняется съ измѣненіемъ свойствъ дороги; скорость же движенія и устройство экипажа, то есть діаметръ колесъ, ширина ободьевъ, рессоры и пр., при обыкновенныхъ условіяхъ и способахъ сообщенія, очень слабо вліяютъ на величину этого коэффициента. Въ виду этого, для практическихъ приложеній принимаютъ коэффициентъ сопротивленія зависящимъ только отъ свойствъ дороги, то есть отъ устройства твердой одежды, покрывающей дорогу, отъ качества матеріаловъ, входящихъ въ составъ этой одежды, отъ состоянія поверхности дороги и отъ исправности дороги.

Изъ многочисленныхъ опытовъ надъ сопротивленіемъ экипажей найдены слѣдующія среднія величины коэффициента f для дорогъ разнаго рода:

Дурная грунтовая дорога	$f = \frac{1}{10}$
Сухая, укатанная грунтовая дорога	$f = \frac{1}{20}$
Грязное, неровное шоссе	$f = \frac{1}{25}$
Сухое, хорошее шоссе	$f = \frac{1}{33}$
Дурная каменная мостовая	$f = \frac{1}{25}$
Хорошая брусчатая мостовая	$f = \frac{1}{50}$
Асфальтовая мостовая	$f = \frac{1}{133}$

Коэффициентъ f для каждаго рода дорогъ колеблется въ широкихъ предѣлахъ въ зависимости отъ устройства дороги, отъ состоянія ея поверхности и отъ степени исправности дороги. Такъ, по опытамъ Морена, коэффициентъ f , при одномъ и томъ же экипажѣ и при одинаковой скорости движенія, измѣняется для шоссейной дороги въ предѣлахъ отъ $\frac{1}{15}$ до $\frac{1}{58}$; высшій предѣлъ относится

къ очень дурному шоссе съ колеями, глубиною около 4 дюймовъ, покрытому толстымъ слоемъ грязи и расположенному на твердомъ и неровномъ основаніи, а низшій предѣлъ — къ очень хорошему шоссе, совершенно сухому, чистому и гладкому.

13. Сопротивленіе экипажей движенію на пути съ уклономъ.

При движеніи экипажа по наклонному пути, сопротивленіе его видоизмѣняется и дѣлается зависимымъ отъ величины уклона и отъ направленія самаго движенія.

Если экипажъ *поднимается* по участку дороги, наклонному къ горизонту подъ угломъ α (фиг. 25), то полный вѣсъ P экипажа разлагается на двѣ силы: одну, нормальную къ поверхности дороги, $N = P \cos \alpha$, а другую, параллельную этой поверхности, $M = P \sin \alpha$. При этомъ, сопротивленіе экипажа отъ тренія на осяхъ и на ободьяхъ колесъ обращается въ $fN = fP \cos \alpha$, но къ нему прибавляется сила $M = P \sin \alpha$, такъ что сопротивленіе экипажа движенію пріобрѣтаетъ величину:

$$T' = fP \cos \alpha + P \sin \alpha.$$

Лошадь, приводящая экипажъ въ движеніе, преодолеваетъ, кромѣ этого сопротивленія, составляющую собственнаго вѣса R , взятую параллельно оси дороги и равную $R \sin \alpha$; поэтому сила тяги, необходимая для подъема экипажа по уклону, или равное ей полное сопротивленіе экипажа при подъемѣ по пути съ уклономъ

$$T = fP \cos \alpha + (P + R) \sin \alpha.$$

Раздѣливъ всѣ члены этого равенства на $\cos \alpha$, получимъ:

$$\frac{T}{\cos \alpha} = fP + (P + R) \operatorname{tg} \alpha.$$

Уголъ α наклоненія пути къ горизонту всегда бываетъ очень малъ; обыкновенно онъ не превосходитъ 3° и лишь въ рѣдкихъ случаяхъ достигаетъ 5° . Поэтому въ выведенномъ выраженіи можно принять безъ замѣтной неточности $\cos \alpha$ равнымъ 1. Если назвать притомъ $\operatorname{tg} \alpha$, представляющій продольный уклонъ пути, буквою h , то окончательно полное сопротивленіе экипажа при подъемѣ его по пути съ уклономъ h выразится формулою:

$$T = fP + (P + R) h \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

Если экипаж *спускается* по участку дороги, наклонному къ горизонту подъ угломъ α , то есть по пути съ уклономъ $tg\alpha = h$, то составляющія вѣсовъ экипажа и лошади, параллельныя оси дороги, дѣйствуютъ по направленію движенія, въ сторону противоположную сравнительно съ тѣмъ, какъ при подъемѣ. Поэтому для такого случая величина $(P + R)h$ получаетъ отрицательный знакъ, и полное сопротивленіе экипажа выражается формулою:

$$T = fP - (P + R)h. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

Изъ послѣдней формулы видно, что T , сопротивленіе экипажа при спускѣ его по пути съ уклономъ, обращается въ нуль, когда уклонъ h достигаетъ величины $\frac{fP}{P+R}$; лошадь, перемѣщающая экипажъ, движется тогда, какъ свободная по горизонтальному пути, и расходуетъ только ту силу, какая обуславливается ея поступательнымъ движеніемъ. Если уклонъ пути h превосходитъ $\frac{fP}{P+R}$, то сопротивленіе T дѣлается отрицательнымъ; это значить, что тогда лошадь, вмѣсто того, чтобы тянуть экипажъ, должна его удерживать при спускѣ по уклону. Сила лошади расходуетъ при такомъ способѣ движенія, какъ показываютъ опыты, очень невыгодно; кромѣ того, сила, которую можетъ произвести лошадь при удерживаніи экипажа, почти вдвое меньше силы тяги ея, и потому при нѣкоторой величинѣ уклона, доступной еще для подъема, лошадь бываетъ уже не въ состояніи удержать экипажъ при спускѣ.

Для устраненія этихъ неудобствъ, часто прибѣгаютъ къ устройству при экипажахъ *тормазовъ* (параграфъ 3, стр. 6), которые при спускѣ можно прижимать къ ободу колеса, вслѣдствіе чего вращеніе колеса задерживается, и является скользящее треніе его о поверхность дороги. Это треніе увеличиваетъ сопротивленіе экипажа движенію и при нѣкоторомъ нажатіи тормазы можетъ довести отрицательное сопротивленіе до нуля; въ такомъ случаѣ лошадь, везущая экипажъ, движется при спускѣ по уклону, какъ свободная по горизонтальному пути, не производя усилія ни для удержанія экипажа, ни для перемѣщенія его.

Подъ условіемъ считать h положительнымъ или отрицательнымъ, смотря по тому, поднимается или спускается экипажъ по пути съ уклономъ, можно ограничиться для выраженія полного сопротивле-

нія экипажа на уклонъ формулою:

$$T = fP + (P + R) h.$$

14. Общія основанія для опредѣленія максимальнаго продольнаго уклона. Продольные уклоны дорогъ слѣдуетъ назначать такъ, чтобы при перевозкѣ грузовъ силы лошадей расходовались возможно производительнѣе при данныхъ условіяхъ мѣстности и движенія, то есть чтобы отношеніе между полезной нагрузкой и собственнымъ вѣсомъ экипажа было возможно выгоднѣе, а суточная работа лошадей, перевозящихъ грузы, возможно больше.

Если принять, согласно съ изложеннымъ въ параграфахъ 3 и 4, собственный вѣсъ хорошей, одноконной или пароконной, грузовой телѣги равнымъ 30 пудамъ, вѣсъ лошади среднихъ качествъ равнымъ 20 пудамъ и *нормальную* силу тяги лошади равную 4 пудамъ, то изъ сравненія величины сопротивленія телѣги движенію, опредѣляющейся по формулѣ 21, съ нормальной силой тяги лошади, легко сдѣлать слѣдующіе выводы: а) при какомъ бы то ни было устройствѣ дороги и при нормальной силѣ тяги, по уклону въ 0,20 лошадь можетъ подниматься лишь безъ телѣги; б) на шоссейной дорогѣ по уклону въ 0,06 лошадь въ состояніи перемѣщать вверхъ съ нормальной силою тяги только пустую телѣгу, а для перевозки полезной нагрузки, равной вѣсу телѣги, нужно запречь въ телѣгу пару лошадей; в) на шоссейной дорогѣ по уклону въ 0,03 лошадь можетъ перевозить съ нормальной силою тяги полезную нагрузку, почти равную вѣсу телѣги. Ясно, что съ уменьшеніемъ продольнаго уклона дороги, отношеніе вѣса перевозимаго груза къ собственному вѣсу телѣги, возрастаетъ, и расходование силы лошадей дѣлается производительнѣе.

Величина полезной нагрузки экипажей зависитъ отъ мѣстныхъ условій края, и въ ровной мѣстности обыкновенно бываетъ больше, чѣмъ въ холмистой или гористой. Когда величина полезной нагрузки указана, или когда опредѣленное отношеніе ея къ собственному вѣсу экипажа принято основнымъ, тогда по формулѣ 21 легко найти тотъ уклонъ дороги любого устройства, по которому вполне нагруженный экипажъ можетъ перемѣщаться одною лошадию среднихъ качествъ съ нормальной силою тяги. Перевозка грузовъ по дорогѣ съ такимъ уклономъ по всей длинѣ, требуя отъ лошади нормальной

силы тяги во все время движенія, соотвѣтствуетъ наибольшей суточной работѣ лошади (см. параграфъ 4). Но, вслѣдствіе изгибовъ земной поверхности и другихъ мѣстныхъ условій, при значительной длинѣ дороги, нельзя придать ей однообразный продольный уклонъ на всемъ протяженіи, и потому проведеніе дороги съ такимъ продольнымъ профилемъ, который совершенно соотвѣтствовалъ бы наибольшей работѣ лошади, представляется невозможнымъ. Обыкновенно продольный профиль длинной дорожной линіи по необходимости составляется изъ большого числа участковъ съ разными уклонами, при чемъ составъ профиля имѣетъ существенное вліяніе на количество суточной работы лошади.

Такъ какъ отношеніе между полезной нагрузкой и собственнымъ вѣсомъ экипажа остается постояннымъ на всемъ протяженіи перевозки и величину полезной нагрузки нельзя измѣнять при переходѣ съ одного уклона на другой болѣе или менѣе значительный, то нѣтъ возможности пользоваться силою лошадей въ равной мѣрѣ на всѣхъ уклонахъ разной величины, то есть доводить силу тягу лошади до нормальнаго значенія на всемъ протяженіи дороги. Въ самомъ дѣлѣ, если величина полезной нагрузки опредѣлена по наименьшему уклону, то представляется затрудненіе при проѣздѣ экипажа по участкамъ дороги съ болѣе большими уклонами, и отъ лошади требуется на такихъ участкахъ увеличеніе силы тяги выше нормы; если же величина нагрузки опредѣлена по наибольшему уклону, то сила тяги лошади не будетъ вполнѣ утилизироваться на всѣхъ участкахъ дороги съ меньшими уклонами. Какъ въ первомъ, такъ и во второмъ случаѣ суточная работа лошади получается меньше наибольшей величины. Отсюда ясно, что на полную утилизацію силы лошади вдоль всей дороги рассчитывать нельзя и что для достиженія возможно большей работы слѣдуетъ опредѣлять полезную нагрузку экипажа по тому уклону, который на дорогѣ встрѣчается особенно часто и на длинныхъ участкахъ, или же по уклону среднему по величинѣ на данной дорогѣ.

При опредѣленіи полезной нагрузки экипажа по уклону, преобладающему на дорогѣ, или по уклону средней величины, для перемѣщенія груженаго экипажа по участкамъ съ болѣе большими уклонами приходится заставлять лошадь тянуть съ силою болѣе нормальной силы тяги. Если это увеличеніе силы тяги не очень значительно и

продолжается каждый разъ короткое время, то оно не изнуряетъ лошади и не оказываетъ существеннаго вліянія на количество производимой ею ежедневно работы; въ противномъ случаѣ, лошадь, напрягаясь чрезмѣрно, истощается, а количество производимой ею работы со дня на день уменьшается, какъ отъ сокращенія времени работы, такъ и отъ постепеннаго уменьшенія нормальной силы тяги. Слѣдовательно, чтобы перемѣщеніе экипажа происходило безъ вреда для лошади, уклоны отдѣльныхъ участковъ дороги не должны превосходить нѣкотораго предѣла, а длина такихъ участковъ не должна быть болѣе опредѣленной величины. При этомъ, чѣмъ больше требуемая отъ лошади сила тяги, тѣмъ меньше должна быть продолжительность ея дѣйствія, и потому чѣмъ больше величина уклона, тѣмъ короче долженъ быть соотвѣтственный участокъ дороги.

Путемъ опытовъ и наблюденій надъ работою лошадей найдено, что на протяженіяхъ до 300 сажень можно заставлять лошадь, безъ чрезмѣрнаго утомленія ея, тянуть съ силою вдвое болѣе нормальной, если только за участками дороги, требующими такой усиленной тяги, слѣдуютъ участки горизонтальные или съ небольшимъ уклономъ, на которыхъ лошадь можетъ отдохнуть. Этотъ *практическій выводъ* служитъ основаніемъ для опредѣленія максимальнаго продольнаго уклона дорогъ.

15. Максимальный уклонъ дорогъ въ ровной мѣстности. На дорогахъ въ ровной мѣстности участки горизонтальные и съ очень малыми уклонами (около 0,005) встрѣчаются особенно часто и занимаютъ обыкновенно большую часть протяженія. Вслѣдствіе этого на такихъ дорогахъ полезная нагрузка экипажей сообразуется съ горизонтальными участками, то есть экипажи грузятся такъ, что для передвиженія ихъ по горизонтальнымъ участкамъ требуется нормальная сила тяги лошадей.

Если принять, что C —полезная нагрузка, D —собственный вѣсъ экипажа, P —полный вѣсъ его, T_0 —сопротивленіе экипажа движенію на горизонтальномъ пути, f —коэффициентъ сопротивленія и k —нормальная сила тяги лошади, то сказанное правило грузенія экипажей, принятое на дорогахъ въ ровной мѣстности, выражается равенствомъ:

$$T_0 = f(C + D) = fP = k.$$

удерживать экипажи силою лошадей, ни тормазить колеса, что необходимо на болѣе крутыхъ уклонахъ. Это представляетъ значительное удобство, какъ въ отношеніи расходованія силы лошади, такъ и въ отношеніи безопасности движенія по дорогѣ, потому что при удерживаніи экипажа работа лошади расходуется весьма невыгодно, а тормаженіе колесъ, при портѣ тормазовъ, бываетъ нерѣдко причиною несчастныхъ случаевъ. Значеніе этого свойства уклоновъ, равныхъ коэффициенту сопротивленія, такъ важно, что иногда оно признается достаточно твердой опорой при назначеніи предѣла продольныхъ уклоновъ.

По тому же практическому выводу, который служить основаніемъ для установленія величины максимальнаго уклона, длина участковъ дороги съ этимъ уклономъ не должна превосходить 300 сажень, и за такими участками должны слѣдовать участки горизонтальные или съ малымъ уклономъ, чтобы работа съ двойной силой тяги не вызывала чрезмѣрнаго утомленія лошадей и не представляла неудобствъ для проѣзда.

Вообще, чтобы увеличеніе силы тяги свыше нормальнаго значенія проходило безъ вреда для лошадей, продолжительность движенія съ увеличенной силой должна быть тѣмъ меньше, чѣмъ больше требующаяся отъ лошади сила тяги. Поэтому, сообразно съ назначеніемъ предѣльной длины для участковъ съ максимальнымъ уклономъ, протяженіе участковъ дороги съ уклонами менѣе максимальнаго должно быть также ограничено, при чемъ наибольшая допускаемая длина этихъ участковъ должна находится въ зависимости отъ величины уклоновъ.

Если назвать для максимальнаго уклона h_m наибольшую допускаемую длину участка дороги буквою l_m , среднюю скорость движенія лошади съ груженнымъ экипажемъ буквою v_m и время, въ которое лошадь проходитъ весь сказанный участокъ, буквою t_m , а для какого-либо уклона h , меньше максимальнаго, соотвѣтственныя величины длины, скорости и времени буквами l , v и t , то соотношеніе между названными величинами выразится равенствомъ:

$$\frac{l}{l_m} = \frac{vt}{v_m t_m}.$$

Засимъ, въ виду того, что для движенія по участку дороги съ

уклономъ h требуется сила тяги меньшей величины, чѣмъ по участку съ уклономъ h_m , несомнѣнно, что по первому участку лошадь можетъ двигаться скорѣе и болѣе продолжительное время, чѣмъ по второму; поэтому, для практическихъ цѣлей можно допустить, что приблизительно

$$\frac{v}{v_m} = \frac{h_m}{h} \quad \text{и} \quad \frac{t}{t_m} = \frac{h_m}{h}.$$

При такихъ значеніяхъ этихъ отношеній предшествующее равенство обращается въ слѣдующее:

$$\frac{l}{l_m} = \frac{h_m^2}{h^2}.$$

Подставляя въ это равенство вмѣсто l_m равную ему величину 300 сажень, получимъ формулу для опредѣленія наибольшей допускаемой длины участковъ дороги съ уклонами менѣе максимальнаго:

$$l = 300 \frac{h_m^2}{h^2} \text{ сажень} \dots \dots \dots (24)$$

Въ тѣхъ случаяхъ, когда по мѣстнымъ условіямъ приходится придавать дорогѣ значительный продольный уклонъ на протяженіяхъ, превосходящихъ наибольшую допускаемую длину, опредѣляемую по предыдущей формулѣ, слѣдуетъ разбивать каждое такое протяженіе дороги на части, не превышающія наибольшей допускаемой длины, и помѣщать между этими частями для отдыха лошадей участки горизонтальные или съ малымъ уклономъ (не выше 0,01), длиною не менѣе 15—50 сажень. Такими же пологими участками необходимо раздѣлять и слѣдующіе непосредственно одинъ за другимъ, длинные участки дороги съ различными, но значительными уклонами въ одну сторону.

Если при устройствѣ дороги упускаютъ сдѣлать объясненное выше ограниченіе длины участковъ съ значительными уклонами, или разбивку ихъ на части, то впоследствии, при перевозкѣ грузовъ по дорогѣ, приходится иногда прибѣгать къ припряжкѣ вспомогательныхъ лошадей въ мѣстахъ большихъ уклоновъ дороги или къ уменьшенію полезной нагрузки экипажей.

16. Максимальный уклонъ дорогъ въ холмистой мѣстности.
Изгибы поверхности земли, которыми характеризуется холмистая и

мальный уклон h_m дороги находить по условию, чтобы, согласно съ практическимъ выводомъ, изложеннымъ въ параграфѣ 14, T_m —сопротивленіе экипажа движенію на участкѣ съ такимъ уклономъ не превосходило удвоенной нормальной силы тяги лошади. Условіе это выражается равенствомъ:

$$T_m = fP_1 + (P_1 + R)h_m \equiv 2k,$$

изъ котораго максимальный уклонъ дороги въ холмистой мѣстности

$$h_m = \frac{2k - fP_1}{P_1 + R} \quad (27)$$

Такъ, если принять, что основной уклонъ $h_1 = 0,4f$, какъ это часто бываетъ на дорогахъ въ холмистой мѣстности, и положить, что $R = 20$ пудамъ, а $k = 4$ пудамъ, то по формуламъ 26 и 27 опредѣляются слѣдующія максимальныя величины уклоновъ для дорогъ разнаго рода въ холмистой мѣстности:

Для сухой, укатанной грунтовой дороги, .	при $f = \frac{1}{20}$, .	0,076
» посредств. шоссе или грубой мостовой, »	$f = \frac{1}{25}$, .	0,063
» хорошей шоссеиной дороги, »	$f = \frac{1}{33}$, .	0,049
» хорошей брусчатой камен. мостовой, . . . »	$f = \frac{1}{50}$, .	0,033.

Длина отдѣльныхъ участковъ на дорогахъ въ холмистой мѣстности обуславливается тѣми же соображеніями, какъ и на дорогахъ въ ровной мѣстности. Длина участковъ съ уклонами h_1 и менѣе можетъ быть произвольно велика, длина же участковъ съ болѣе значительными уклонами должна сообразоваться съ величиною уклона: участки съ максимальнымъ уклономъ h_m должны быть не длиннѣе 300 сажень, а участки съ уклонами отъ h_1 до h_m не должны превосходить предѣла, выражаемаго формулою 24. Въ случаѣ необходимости проложенія дороги на болѣе значительныхъ протяженіяхъ съ уклономъ отъ h_1 до h_m , нужно разбивать эти протяженія на части не длиннѣе допускаемаго предѣла и помѣщать между этими частями участки горизонтальныя или съ малымъ уклономъ (не выше 0,01), длиною не менѣе 15—50 сажень. Такіе же составныя пологіе участки необходимы и между слѣдующими одинъ другимъ крутыми участками значительной длины.

Если максимальный уклонъ опредѣляется по величинѣ C_1 полезной нагрузки, то основной уклонъ h_1 , которымъ приходится руководствоваться при составленіи продольнаго профиля дороги, вычисляется безъ труда по равенствамъ 25 и 26, изъ которыхъ

$$h_1 = \frac{k - f(C_1 + D)}{C_1 + D + R} \quad (28)$$

17. Максимальный уклонъ дорогъ въ гористой мѣстности.

Въ гористой мѣстности изгибы земной поверхности значительнѣе, а скаты возвышенностей длиннѣе и круче, чѣмъ въ холмистой; соотвѣтственно съ этимъ, и продольный профиль дорогъ, проходящихъ въ гористой мѣстности, отличается болѣе крутыми и длинными подъемами и спусками сравнительно съ дорогами въ холмистой мѣстности. Большіе уклоны встрѣчаются на такихъ дорогахъ въ одинаковой мѣрѣ съ малыми и нерѣдко преобладаютъ надъ послѣдними.

Употребительная полезная нагрузка экипажей на дорогахъ въ гористой мѣстности зависитъ отъ состава продольнаго профиля и обыкновенно бываетъ меньше нагрузки въ холмистой мѣстности; вѣроятная величина ея для вновь проводимой дороги опредѣляется по мѣстнымъ условіямъ, которыя выясняются изысканіями. По величинѣ употребительной полезной нагрузки экипажей, посредствомъ равенства 28, легко вычислить соотвѣтственный основной продольный уклонъ, то есть тотъ уклонъ, на которомъ для перемѣщенія груженаго экипажа требуется нормальная сила тяги лошади.

Установленіе максимальнаго уклона дорогъ въ гористой мѣстности дѣлается по опредѣленной напередъ величинѣ полезной нагрузки экипажей, или по соотвѣтствующему этой нагрузкѣ основному уклону; въ первомъ случаѣ для этого служатъ формулы 25 и 27, во второмъ—формулы 26 и 27.

Такъ, если принять, что основной уклонъ h_1 , соотвѣтствующій принятой въ гористой мѣстности полезной нагрузкѣ C_1 , равенъ $0,6f$, то, при прежнемъ значеніи величинъ R и k , по указаннымъ формуламъ опредѣляются слѣдующія максимальныя величины уклоновъ h_m для дорогъ разнаго рода въ гористой мѣстности:

Для сухой, укатанной грунтовой дороги, при $f = \frac{1}{20}, \dots 0,094$

» посредств. шоссе или грубой мостовой, » $f = \frac{1}{25}, \dots 0,077$

Для хорошей шоссейной дороги, . . . при $f = \frac{1}{33}, \dots 0,060$
 » хорошей брусчатой каменной мостовой, » $f = \frac{1}{50}, \dots 0,041$.

При этомъ, сообразно съ общимъ основнымъ положеніемъ для установленія наибольшей допускаемой величины уклоновъ дорогъ, длину участковъ съ уклонами отъ h_1 до h_m необходимо соразмѣрять съ величиною уклоновъ: участки съ максимальнымъ уклономъ h_m должны быть не длиннѣе 300 сажень, а участки съ уклонами отъ h_1 до h_m не должны превосходить предѣла, указываемаго формулою 24.

На дорогахъ въ мѣстности высокихъ горъ, на перевалахъ черезъ горные хребты, часто приходится проводить полотно дорогъ съ максимальнымъ уклономъ на большихъ протяженіяхъ, въ нѣсколько верстъ, иногда даже на цѣлыхъ перегонахъ. Для соблюденія предыдущаго правила оказывается необходимымъ разбивать эти большія протяженія дорогъ на части длиною въ 300 сажень и помѣщать между такими частями небольшіе участки горизонтальные или съ малымъ уклономъ, на которыхъ лошади могутъ собраться съ силами и отдохнуть. Но такіе вставные, горизонтальные или пологіе участки, черезъ каждыя 300 сажень вдоль пути, въ большомъ числѣ очень затрудняютъ проведеніе дороги, вызывая увеличеніе ея длины, и представляютъ неудобство для движенія въ сторону долины, заставляя очень часто то нажимать, то отпускать тормазы. Поэтому на сказанныхъ дорогахъ часто не разбиваютъ большихъ протяженій съ максимальнымъ уклономъ на части вставными пологими участками, но назначеніе максимальнаго уклона дѣлаютъ на другомъ основаніи, вводя въ расчетъ увеличеніе числа лошадей въ запряжкѣ на перегонахъ съ максимальнымъ уклономъ.

Величина употребительной полезной нагрузки экипажей, опредѣляемая посредствомъ изысканій, оставляется безъ измѣненія, какъ зависящая отъ общихъ условій сообщенія, относительно же движущей силы вводится положеніе, что для перемѣщенія груженыхъ экипажей можно увеличивать на соответственныхъ перегонахъ число лошадей въ запряжкѣ, то есть запрягать, вмѣсто одной лошади, двѣ или три. При этихъ условіяхъ величина максимальнаго уклона назначается такъ, чтобы движеніе по участкамъ съ такимъ уклономъ могло совершаться безъ чрезмѣрнаго утомленія лошадей, при произвольно большой длинѣ участковъ.

Опредѣленіе максимальнаго уклона на этомъ основаніи не представляетъ никакого затрудненія. Положимъ, что въ экипажъ съ полнымъ вѣсомъ $P_1 = C_1 + D$ запрягается, вмѣсто одной, двѣ лошади и что на максимальномъ уклонѣ лошади движутся со скоростью v' , меньшею нормальной скорости v , и работаютъ въ сутки въ теченіи времени t' , меньшаго нормальнаго времени t , причемъ уменьшенная скорость и время не отличаются сильно отъ нормальныхъ. Въ такомъ случаѣ сила тяги k' , съ которою каждая лошадь можетъ работать, будетъ больше нормальной силы k , и величина ея получится по формулѣ Машека:

$$k' = k \left(3 - \frac{v'}{v} - \frac{t'}{t} \right).$$

Затѣмъ, максимальный уклонъ h_m опредѣлится изъ условія, что сопротивленіе груженаго экипажа при подъемѣ по этому уклону преодолевается двумя лошадьми, дѣйствующими каждая съ силою тяги полученной величины. Это условіе выражается равенствомъ:

$$T_m = fP_1 + (P_1 + 2R) h_m \equiv 2k',$$

изъ котораго максимальный уклонъ дороги въ мѣстности высокихъ горъ, при допущеніи большихъ протяженій съ такимъ уклономъ и при запряжкѣ въ экипажъ двухъ лошадей, вмѣсто одной,

$$h_m = \frac{2k' - fP_1}{P_1 + 2R} \dots \dots \dots (29)$$

Такимъ же образомъ легко найти, что соответственный максимальный уклонъ, при запряжкѣ въ экипажъ трехъ лошадей, вмѣсто одной, выражается формулою:

$$h_m = \frac{3k' - fP_1}{P_1 + 3R} \dots \dots \dots (30)$$

Такъ, если принять, что $C_1 = 60$ пудамъ, $D = 30$ пудамъ, $R = 20$ пудамъ, $k = 1/5 R$, $v = 0,5$ сажени, $v' = 0,4$ сажени въ секунду, $t = 8$ часамъ и $t' = 7$ часамъ въ сутки, то, опредѣливъ сперва по формулѣ Машека $k' = 5,3$ пудамъ, найдемъ затѣмъ для хорошаго шоссе, при $f = 1/33$, по первой формулѣ $h_m = 0,061$, а по второй формулѣ $h_m = 0,088$. Конечно, участкамъ съ такимъ уклономъ можно придавать произвольно большую длину при сдѣланномъ предположеніи относительно запряжки.

18. Общія замѣчанія относительно величины продольныхъ уклоновъ. Кромѣ характера мѣстности и величины полезной нагрузки экипажей, при опредѣленіи максимальнаго уклона дорогъ необходимо принимать во вниманіе силу и направленіе ожидаемаго по дорогѣ грузового движенія.

Перевозка грузовъ по дорогѣ обходится тѣмъ дешевле, чѣмъ положе ея продольные уклоны; расходы же на погашеніе строительнаго капитала дороги и отчасти на ремонтное содержаніе ея, отнесенные къ единицѣ количества перевозимыхъ грузовъ, уменьшаются съ усиленіемъ движенія. Поэтому на построеніе дорогъ, по которымъ предвидится сильное движеніе, представляется правильнымъ затрачивать для достиженія пологихъ уклоновъ болѣе значительныя средства, чѣмъ на сооруженіе дорогъ со слабымъ проѣздомъ. Въ каждомъ частномъ случаѣ, для опредѣленія наивыгоднѣйшихъ уклоновъ, можно прибѣгнуть къ сравненію различныхъ возможныхъ видовъ продольнаго профиля дороги и вычислить, для котораго изъ нихъ сумма расходовъ на процентное отчисленіе въ счетъ строительнаго капитала, на ремонтное содержаніе дороги и на перевозку всѣхъ грузовъ представляется наименьшей. Впрочемъ, такъ какъ свѣдѣнія о количествѣ грузовъ, родѣ движенія и стоимости ремонта бываютъ извѣстны напередъ только приблизительно, то нельзя считать такія вычисленія твердымъ основаніемъ для рѣшенія вопроса.

Нерѣдко на дорогахъ въ холмистой и гористой мѣстности тяжелое грузовое движеніе направляется только въ сторону спуска по склонамъ мѣстности; такъ, напримѣръ, часто съ горной возвышенности въ долину перевозятся по дорогѣ дрова, каменный уголь, строительные матеріалы, а въ обратномъ направленіи движутся только пустыя телѣги или легкіе экипажи. Въ такихъ случаяхъ представляется правильнымъ допускать на проводимыхъ дорогахъ продольные уклоны большей величины, чѣмъ указано въ предыдущихъ параграфахъ.

Вообще, при установленіи величины максимальнаго уклона дороги, нужно имѣть въ виду, съ одной стороны, чтобы величина полезной нагрузки экипажей, принятая въ данной мѣстности, не уменьшилась вслѣдствіе нѣсколькихъ, допущенныхъ на дорогѣ, слишкомъ большихъ уклоновъ, а съ другой стороны, чтобы длина и стоимость

устройства дороги не вышли безъ нужды слишкомъ большими отъ введенія очень малыхъ уклоновъ.

Въ мѣстахъ дорожныхъ извилинь, которыя часто встрѣчаются въ гористой мѣстности, продольные уклоны дорогъ слѣдуетъ назначать такъ, чтобы не затруднить проѣздъ соединеніемъ въ одномъ мѣстѣ большого уклона и большой кривизны пути. Съ этою цѣлью главное закругленіе извилины обыкновенно прокладываютъ съ продольнымъ уклономъ не болѣе 0,01 (фиг. 26), а подходамъ къ главному закругленію придаютъ продольный уклонъ меньше уклона примыкающихъ прямыхъ участковъ, который въ подобныхъ случаяхъ часто бываетъ максимальнымъ или близкимъ къ максимальному. Вообще, какъ для обезпеченія безопасности проѣзда, такъ и для ограниченія сопротивленія тягѣ, въ мѣстахъ крутыхъ поворотовъ дорогамъ необходимо придавать небольшой продольный уклонъ (около 0,01).

Въ случаяхъ, когда дороги устраиваются главнымъ образомъ для скорой ѣзды, слѣдуетъ стараться, чтобы уклоны отдѣльныхъ участковъ ихъ не превышали 0,035, такъ какъ только до этого предѣла лошади могутъ по уклонамъ поднимать и спускать экипажи рысью съ полной безопасностью.

19. Минимальный уклонъ дорогъ. Хотя горизонтальные участки дорогъ представляются наиболѣе удобными для проѣзда, но нерѣдко въ техническомъ отношеніи оказывается выгоднымъ замѣнять ихъ участками со слабыми продольными уклонами, потому что полотно дороги при горизонтальномъ положеніи просыхаетъ очень медленно, особенно въ выемкахъ.

Поперечные скаты, которыми ограничивается дорога сверху, достаточны для осушенія дорожнаго полотна только при совершенно правильномъ и гладкомъ состояніи поверхности дороги; если же на поверхности дороги образуются отъ проѣзда продольныя углубленія, или *колеи*, то на горизонтальныхъ участкахъ поперечные скаты перестаютъ выполнять свое назначеніе, дождевая вода застаивается въ колеяхъ и размягчаетъ мало по малу земляное полотно, вслѣдствіе чего содержаніе дороги въ исправности дѣлается затруднительнымъ. Посему часто, если даже условія мѣстности допускаютъ проложеніе горизонтальныхъ участковъ, вмѣсто нихъ устраиваютъ участки съ

небольшими продольными уклонами. Происходящее отъ этого увеличеніе количества земляныхъ работъ обыкновенно бываетъ незначительно; но иногда, чтобы еще сильнѣе ограничить это увеличеніе и достигнуть равномернаго осушенія дороги, каждый горизонтальный участокъ замѣняется нѣсколькими участками съ небольшимъ уклономъ, направленнымъ попеременно то въ одну, то въ другую сторону вдоль дороги (фиг. 27).

Для свободнаго стока воды вдоль дороги, уклонъ оси ея долженъ быть не менѣе 0,005; этотъ уклонъ принимается обыкновенно низшимъ предѣломъ продольныхъ уклоновъ, или *минимальнымъ уклономъ*.

Конечно, въ тѣхъ случаяхъ, когда просыханіе дороги происходитъ быстро, вслѣдствіе самаго положенія ея на мѣстности, или вслѣдствіе хорошаго качества грунта земляного полотна, а также когда устройство твердой одежды дороги не допускаетъ образованія колеи или прониканія воды въ земляное полотно, нѣтъ никакого основанія замѣнять горизонтальные или весьма пологіе участки дороги участками съ минимальнымъ уклономъ; даже болѣе того, въ такихъ случаяхъ горизонтальнымъ участкамъ слѣдуетъ отдавать предпочтеніе передъ участками съ уклономъ. Такъ, вовсе не требуется соблюдать условіе относительно минимальнаго уклона въ слѣдующихъ случаяхъ:

а) когда дорога проходитъ дамбою по разливу рѣки, или довольно высокой насыпью по ровной, открытой мѣстности;

б) когда грунтъ земляного полотна дороги песчаный, легко проницаемый водою,

и в) когда дорога покрыта хорошою брусчатой каменной, или асфальтовой, или торцовой мостовой.

20. Правительственныя постановленія о предѣлахъ продольныхъ уклоновъ. Циркуляромъ Министерства путей сообщенія, отъ 28 мая 1881 года, установлены слѣдующія правила относительно продольныхъ уклоновъ для подъѣздныхъ шоссеиныхъ дорогъ:

а) Продольные уклоны отдѣльныхъ участковъ дороги слѣдуетъ дѣлать не менѣе 0,005 и не болѣе:

въ ровной мѣстности	0,04,
» холмистой »	0,05,
» гористой »	0,06.

б) Длина участковъ съ этими уклонами не должна превосходить:

при уклонѣ	0,04	1,5 версты,
»	» 0,05	1,0 » ;
»	» 0,06	0,5 » ;

болѣе длинные участки раздѣляются по длинѣ на части, непревосходящія названныхъ протяженій, площадками съ уклономъ въ 0,01 и длиною въ 50 сажень.

в) Горизонтальные участки дороги не допускаются и замѣняются участками съ уклономъ въ 0,005, направленнымъ попеременно въ ту и другую сторону вдоль дороги.

Максимальныя величины уклоновъ по этому циркуляру близко подходят къ величинамъ, опредѣленнымъ выше на основаніи общихъ соображеній о наивыгоднѣйшемъ расходованіи силъ лошадей при разныхъ условіяхъ мѣстности и движенія, но назначаемая циркуляромъ наибольшая допускаемая длина участковъ съ максимальнымъ уклономъ не согласуется съ предѣльнымъ протяженіемъ уклоновъ, указаннымъ въ основномъ практическомъ выводѣ для установленія уклоновъ. Правильнѣе было бы назначить эту длину одинаковою для всѣхъ трехъ видовъ мѣстности и равною 300 сажень.

Кромѣ того, въ циркулярѣ нѣтъ никакого указанія на допущеніе опредѣленныхъ непрерывныхъ максимальныхъ уклоновъ на перевальныхъ дорогахъ, съ увеличеніемъ числа лошадей въ запряжкѣ на соотвѣтственныхъ перегонахъ. Очевидно циркуляръ относится только къ дорогамъ, проводимымъ въ наиболѣе обыкновенныхъ мѣстныхъ условіяхъ Европейской Россіи.

Минимальная величина уклоновъ установлена циркуляромъ для всѣхъ случаевъ проведенія дорогъ безъ всякаго ограниченія; правильнѣе было бы ограничить постановленіе о минимальномъ уклонѣ указаніемъ допускаемыхъ отступленій.

Необходимо впрочемъ замѣтить, что при установленіи уклоновъ правилами приведеннаго выше циркуляра слѣдуетъ руководиться не безусловно, но съ измѣненіемъ ихъ сообразно съ мѣстными условіями, на изложенныхъ выше основаніяхъ.

Въ Пруссіи правительственнымъ постановленіемъ 17 мая 1871 года указаны слѣдующія правила о продольныхъ уклонахъ шоссейныхъ дорогъ:

За максимальный уклонъ дороги слѣдуетъ принимать: въ гористой мѣстности—0,05, въ холмистой мѣстности—0,04 и въ ровной мѣстности—0,025.

На длинныхъ участкахъ дороги, съ уклономъ больше 0,04, поднимающихся на высоту болѣе 14,1 сажень (30 метровъ), слѣдуетъ уменьшать уклонъ при подъемѣ на каждыя 14,1 сажень (30 метровъ) на величину 0,005 до тѣхъ поръ, пока онъ не достигнетъ величины 0,04.

Если нельзя избѣжать проложенія дороги на длинныхъ протяженіяхъ съ продольнымъ уклономъ болѣе 0,04, то на этихъ протяженіяхъ слѣдуетъ помѣщать въ разстояніяхъ отъ 281 до 375 сажень (отъ 600 до 800 метровъ) площадки для отдыха лошадей, длиною по крайней мѣрѣ 14,1 сажень (30 метровъ), съ уклономъ не выше 0,01.

в) Направленіе дороги.

21. Выборъ направленія дороги и изысканія. Положеніе дороги на мѣстности исполнѣ опредѣляется видомъ дорожной оси, то есть планомъ оси и продольнымъ профилемъ дороги, такъ какъ планъ оси указываетъ относительное положеніе точекъ дороги на горизонтальной плоскости, а продольный профиль даетъ относительное положеніе ихъ по высотѣ. Поэтому проведеніе новой дороги между заданными пунктами начинается обыкновенно изслѣдованіемъ мѣстности, или *изысканіями*, имѣющими цѣлью опредѣлить наилучшій при мѣстныхъ условіяхъ видъ оси дороги, или наилучшее *направленіе* дороги, и собрать всѣ свѣдѣнія, необходимыя для проектированія дороги.

Крайніе пункты, которые должна соединять дорога, устанавливаются обыкновенно правительствомъ, мѣстными учрежденіями или частными лицами, предпринимающими постройку дороги; иногда, кромѣ крайнихъ пунктовъ, предпринимателями назначается и нѣсколько промежуточныхъ точекъ, черезъ которыя дорога должна проходить. Въ обоихъ случаяхъ представляется необходимымъ установить только направленіе дороги между заданными точками. Изысканіями опредѣляется та линія на поверхности земли, по которой слѣдуетъ произвести работы для устройства дороги. Линія эта называется *дорожной линіей*, или *трасой*; она представляетъ верти-

кальную проекцію оси дороги на поверхность земли и проходить то выше оси дороги, то ниже ея, то совпадая съ нею.

Кромѣ находенія дорожной линіи, изысканія заключаютъ въ себѣ слѣдующія дѣйствія: разбивку и измѣреніе дорожной линіи, нивелировку вдоль и поперекъ ея, измѣреніе глубины рѣчекъ и количества протекающихъ по нимъ водъ, особенно весеннихъ, опредѣленіе горизонтовъ высокихъ и меженныхъ водъ, а также величины и расположенія отверстій мостовъ, изслѣдованіе грунта и собраніе свѣдѣній о каменныхъ матеріалахъ, о цѣнахъ на рабочихъ и матеріалы, о родѣ и дѣятельности ожидаемаго проѣзда, о вѣроятномъ количествѣ перевозимыхъ грузовъ, о величинѣ полезной нагрузки экипажей, о продольныхъ уклонахъ существующихъ дорогъ и пр.

22. Изысканія дорожной линіи въ ровной мѣстности. Изысканія начинаютъ ознакомленіемъ съ мѣстностью между данными пунктами предполагаемой дороги, съ помощью *подробной карты*. При проведеніи дороги въ предѣлахъ Европейской Россіи, для этой цѣли могутъ служить карты, изданныя военно-топографическимъ отдѣломъ Главнаго штаба: карты всѣхъ губерній въ масштабѣ 10 верстъ въ дюймѣ, карты большей части губерній въ масштабѣ 3 версты и карты Крыма и части Кавказа въ масштабѣ 1 верста въ дюймѣ. Кромѣ того, въ военно-топографическомъ отдѣлѣ Главнаго штаба хранятся неизданныя карты нѣкоторыхъ губерній, преимущественно западныхъ, въ масштабѣ 1 верста въ дюймѣ, копіи которыхъ выдаются по особымъ ходатайствамъ.

Сказанное ознакомленіе необходимо дѣлать всегда на самой мѣстности, такъ какъ нѣкоторыя подробности могутъ быть дурно выяснены на картѣ и состояніе поверхности земли можетъ оказаться измѣнившимся со времени составленія карты. При ознакомленіи съ мѣстностью намѣчаютъ общее направленіе дорожной линіи, для чего вездѣ, гдѣ направленіе это мѣняется, ставятъ точки на особомъ *планѣ* мѣстности, вычерчиваемомъ по картѣ съ увеличеніемъ масштаба, и забиваютъ колья на поверхности земли. Соединяя отдѣльныя точки прямыми, получаютъ ломаную линію, называемую *базисомъ* и представляющую первоначальную дорожную линію.

Чтобы отъ этого базиса перейти къ окончательной дорожной линіи, необходимо изслѣдовать рельефъ поверхности земли. Съ этой

цѣлью снимаютъ сначала продольный профиль земной поверхности по базису. На каждой прямой части AB базиса (фиг. 28) забиваютъ промежуточные колья a, b, c во всѣхъ точкахъ, гдѣ естественный склонъ мѣстности измѣняетъ замѣтно направлѣніе или величину; затѣмъ измѣряютъ разстоянія между этими точками и нивелируютъ по кольямъ первоначальную дорожную линію. Сверхъ того, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ можетъ оказаться выгоднымъ перемѣстятъ дорожную линію вправо или влѣво, опредѣляютъ также высоты нѣкоторыхъ ближайшихъ точекъ земной поверхности, предпочтительно тѣхъ точекъ, въ которыхъ поперечный къ оси склонъ мѣстности замѣтно измѣняется. Эти точки избираются на мѣстности на перпендикулярахъ къ базису $a'' a'''$, $b' b'''$, $c' c'''$ и на биссектрисахъ угловъ его Ad, Be . Выбравъ эти точки, измѣряютъ разстоянія ихъ до базиса и производятъ по нимъ нивелировку.

По даннымъ, полученнымъ измѣреніемъ и нивелировкой, вычерчиваютъ поперечные профили мѣстности и продольный профиль первоначальной линіи, связывая отдѣльныя части послѣдней закругленіями, причемъ высоты точекъ на закругленіяхъ опредѣляются пропорціональнымъ вычисленіемъ по высотамъ близъ лежащихъ точекъ. Разсматривая вычерченный продольный профиль, отмѣчаютъ на немъ участки съ уклонами, превосходящими установленный максимальный уклонъ. Если эти участки таковы, что выемкой умѣренного количества земли на нѣкоторыхъ выступахъ, или подобной же насыпкой земли во впадинахъ, можно уменьшить всѣ крутые уклоны до установленнаго предѣла, то первоначальную дорожную линію можно принять за окончательную. Если же уклоны отдѣльныхъ участковъ очень велики и участки эти длинны, такъ что для уменьшенія уклоновъ пришлось бы произвести слишкомъ большія земляныя работы, то исправляютъ тамъ, гдѣ это необходимо, первоначальную линію дороги, перемѣщая вершины угловъ и замѣняя нѣкоторые прямые участки ломаными такимъ образомъ, чтобы слишкомъ низкія части линіи повысились, а слишкомъ высокія понизились. Потомъ опредѣляютъ объясненнымъ выше способомъ продольный профиль этой новой дорожной линіи и, если по разсмотрѣніи онъ окажется еще неудовлетворительнымъ, исправляютъ снова полученную линію. Такимъ образомъ, послѣ ряда исправленій, устанавливаютъ окончательную дорожную линію.

Эту послѣднюю линію можно однако еще улучшить въ отноше-
ніи количества земляныхъ работъ. Наименьшее количество земля-
ныхъ работъ очевидно соотвѣтствуетъ тому случаю, когда дорожная
линія совпадаетъ съ осью дороги, то есть когда продольный про-
филь мѣстности совпадаетъ съ продольнымъ профилемъ дороги. На
подробномъ планѣ легко намѣтить, гдѣ должна проходить такая до-
рожная линія, называемая *нулевою линією*. Въ самомъ дѣлѣ, поло-
жимъ, что *COF* (фиг. 29) поперечный профиль мѣстности, *O* точка
дорожной линіи и *M* точка оси дороги. Проведемъ горизонталь *Mt*
и положимъ, что ось дороги перенесена въ точку *t* пересѣченія го-
ризонтالي съ поперечнымъ профилемъ; тогда въ рассматриваемой
точкѣ дорожная линія будетъ совпадать съ осью дороги. Если пе-
ренести разстояніе *Mt* на планъ (фиг. 30) и сдѣлать то же самое
для каждаго изъ поперечныхъ профилей, то получится рядъ точекъ
t, *t'*, *t''*, *t'''*, чрезъ которыя слѣдовало бы провести дорожную
линію для доведенія количества земляныхъ работъ до минимума.

Получивъ такимъ образомъ рядъ точекъ, очерчиваютъ при по-
мощи циркуля или лекала рядъ круговыхъ дугъ, радіусами не меньше
минимальнаго, такъ, чтобы дуги эти проходили черезъ намѣченныя
точки или отстояли отъ нихъ менѣе улучшаемой дорожной линіи,
и затѣмъ проводятъ къ этимъ дугамъ общія касательныя. Совокуп-
ностью касательныхъ образуется новая дорожная линія, отличаю-
щаяся очень мало отъ предшествующей, имѣющая такіе же уклоны,
но часто представляющая при незначительномъ удлиненіи значитель-
ное уменьшеніе количества земляныхъ работъ.

Начертаніе дорожной линіи весьма облегчается, если имѣется
для мѣстности *планъ съ горизонталями*. По нанесеніи на такой
планъ базиса, нѣтъ нужды ни производить по нему продольную и
поперечную нивелировку, ни составлять профиля. Чтобы рѣшить
вопросъ, не превосходитъ ли на нѣкоторыхъ участкахъ средній уклонъ
установленнаго предѣла, достаточно взять для каждаго участка раз-
ность отмѣтокъ конечныхъ точекъ и раздѣлить ее на длину; подоб-
нымъ же способомъ опредѣляется бѣльшая или меньшая значитель-
ность земляныхъ работъ для приведенія крутыхъ уклоновъ къ желае-
мому предѣлу. Если необходимо перемѣстить линію для уменьшенія
уклоновъ, то по плану съ горизонталями легко видѣть, какія части
линіи должны быть измѣнены и какимъ образомъ это сдѣлать.

Когда дорожная линия установлена, продольный профиль мѣстности по плану съ горизонталями вычерчивается безъ затрудненія и быстро, потому что ординаты точекъ берутся прямо съ плана, какъ отмѣтки горизонталей, пересѣкаемыхъ линіей, абсциссы же наносятся по масштабу.

По продольному профилю мѣстности составляютъ продольный профиль дороги и затѣмъ улучшаютъ окончательную дорожную линію, приближая ее указаннымъ выше способомъ къ нулевой линіи. Эта послѣдняя операція дѣлается весьма просто: для каждой точки встрѣчи дорожной линіи съ горизонталью опредѣляютъ по продольному профилю, расчетомъ или масштабомъ, высоту оси, и на перпендикулярѣ къ дорожной линіи отмѣчаютъ положеніе точки земной поверхности съ такою же отмѣткою. Если эта точка попадаетъ между горизонталями, то положеніе ея опредѣляется съ достаточной точностью расчетомъ.

Въ виду большого удобства для изысканій плановъ съ горизонталями, иногда изготовляютъ такіе планы вдоль базиса по произведенной продольной и поперечной нивелировкѣ и затѣмъ пользуются ими для начертанія окончательной дорожной линіи. Однако, на изготовленіе плановъ съ горизонталями требуется такъ много времени и труда, что подобный способъ нахожденія линіи можно рекомендовать лишь для мѣстъ весьма трудныхъ для проведенія дороги.

23. Изысканія дорожной линіи въ гористой мѣстности. При опредѣленіи наивыгоднѣйшаго направленія дороги въ гористой мѣстности необходимо руководствоваться нѣкоторыми правилами, основывающимися на общемъ видѣ поверхности земной коры въ такой мѣстности.

Неровности земной поверхности представляютъ по формѣ и по расположенію нѣкоторыя общія черты. Большіе выступы земной коры обыкновенно пролегаютъ въ видѣ горныхъ цѣпей, или *хребтовъ*, ограниченныхъ съ боковъ двумя наклонными поверхностями *AB* и *AC* (фиг. 31), которыя называются *горными склонами*. Сверху два соотвѣтственныхъ склона, соединяясь, образуютъ *хребтъ* хребта; снизу каждый склонъ или встрѣчаетъ поверхность моря *FB*, или переходитъ въ пологую поверхность *CD*, посредствомъ которой соединяется со склономъ *DE* сосѣдняго хребта. Въ послѣднемъ слу-

чаѣ впадина $ACDF$ между двумя хребтами представляет *бассейнъ*, наклонныя поверхности AC и DE —его *склоны*, а пологая поверхность CD — его *долину*, причемъ бассейнъ и долина обыкновенно носятъ названіе по рѣкѣ, рѣчкѣ или ручью G , протекающему по подошвѣ долины.

Склоны главнаго бассейна между гребнями AA' и CC' (фиг. 32) обыкновенно бываютъ покрыты возвышеніями и впадинами, образующими второстепенные бассейны. Каждый изъ этихъ бассейновъ состоитъ также изъ двухъ склоновъ, соединяющихся внизу долиной, и отдѣляется отъ смежныхъ бассейновъ гребнями KK' и LL' второстепенныхъ хребтовъ, примыкающихъ къ главному хребту. Гребни второстепенныхъ хребтовъ постепенно понижаются отъ главнаго хребта къ долинѣ; подобнымъ же образомъ понижаются и подошвы второстепенныхъ долинъ, но скать гребней увеличивается съ приближеніемъ къ главной долинѣ, а скать долинныхъ подошвъ наоборотъ. Такъ, если линія AC (фиг. 33) представляетъ склонъ главнаго бассейна, то второстепенный гребень изобразится линіей AHC , а разрѣзъ второстепенной долины—линіей AIC . Часть второстепеннаго хребта, ближайшая къ главной долинѣ, съ наиболѣе крутымъ скатомъ гребня HC , носить названіе *косогора*.

Склоны второстепенныхъ бассейновъ въ свою очередь бываютъ обыкновенно покрыты неровностями, образующими бассейны и хребты такого же вида, какъ и склоны главныхъ бассейновъ. Въ послѣдовательномъ ряду неровностей принято считать любой бассейнъ по порядку выше предшествующаго бассейна, на склонѣ котораго онъ расположенъ; такимъ же образомъ принято дѣлить на порядки хребты, гребни, склоны и долины. Такъ, гребни AA' и CC' (фиг. 32) — перваго порядка, гребни KK' и LL' —второго порядка, а гребни MM' и NN' —третьяго порядка.

Скатъ склоновъ любого бассейна болѣе ската гребней, ограничивающихъ этотъ бассейнъ, такъ что общіе продольные уклоны бассейновъ возрастаютъ по мѣрѣ повышенія ихъ порядка. Сообразно съ этимъ, и продольный уклонъ рѣчекъ увеличивается при переходѣ отъ долины перваго порядка къ долинѣ второго порядка, отъ послѣдней къ долинѣ третьяго порядка и т. д.

Гребни горныхъ хребтовъ представляютъ линію извилистую въ планѣ и въ продольномъ видѣ. Самыя высокія части ихъ O , P

(фиг. 34) называются *горными вершинами*, самая низкія части Q , R образуютъ *ущелья*. Ущелья почти всегда находятся въ мѣстахъ начала второстепенныхъ долинъ; горныя же вершины обыкновенно соотвѣтствуютъ мѣстамъ отдѣленія второстепенныхъ гребней.

Изысканія дорожной линіи въ гористой мѣстности сообразуются съ видомъ неровностей земной поверхности и зависятъ отъ положенія двухъ послѣдовательныхъ заданныхъ точекъ линіи. Въ этомъ отношеніи различаются четыре главныхъ случая: 1) когда обѣ данныя точки находятся въ одной и той же долинь; 2) когда одна изъ данныхъ точекъ лежитъ въ долинь, а другая на склонѣ того же бассейна; 3) когда данныя точки находятся на противоположныхъ склонахъ одного и того же косогора; 4) когда данныя точки лежатъ въ двухъ разныхъ бассейнахъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга однимъ или нѣсколькими гребнями.

Въ *первомъ случаѣ* изысканія производятся такъ же, какъ въ ровной мѣстности, и вообще отличаются легкимъ исполненіемъ, потому что скать долинь невеликъ, измѣняется мало и только постепенно. Однако, при извилистомъ направленіи долины, и дорожная линія получаетъ извилистый видъ, такъ какъ для уменьшенія числа мостовъ черезъ рѣку, протекающую въ долинь, дорогу приходится вести по одной сторонѣ долины на значительномъ протяженіи. Выборъ выгоднѣйшей стороны долины можетъ быть затруднителенъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ, потому что важнѣйшіе пункты населенія часто бываютъ расположены на разныхъ берегахъ рѣки. Долины обыкновенно затопляются въ большей или меньшей степени разливами рѣкъ; поэтому, при изысканіи дорожной линіи въ долинь, необходимо имѣть въ виду поднять поверхность дороги выше горизонта разлива.

Во *второмъ случаѣ*, то есть, когда одна изъ данныхъ точекъ лежитъ въ долинь, а другая на склонѣ того же бассейна, прямая линія, соединяющая эти точки, проходитъ сначала по долинь и затѣмъ поднимается по склону съ среднимъ уклономъ h , равнымъ отношенію полной высоты подъема H къ соотвѣтственной длинѣ l .

Если уклонъ h близокъ по величинѣ къ принятому максимальному уклону дороги, то прямая линія между данными точками даетъ первоначальную дорожную линію. Если h больше максимальнаго уклона, то отъ точки, лежащей въ долинь, до подошвы склона на-

прavляютъ дорожную линію по прямой, затѣмъ искривляютъ ее и ведутъ зигзагами по склону, помѣщая повороты въ наиболѣе удобныхъ мѣстахъ и сообразно съ изгибами склона. Такимъ способомъ развиваютъ дорожную линію до такой длины L , при которой можно подняться съ максимальнымъ уклономъ h_m отъ подошвы склона до данной точки; длину эту легко опредѣлить изъ равенства $Lh_m = H$. Наконецъ, если уклонъ h меньше максимальнаго уклона, то дорожную линію можно провести тремя способами.

Первый способъ состоитъ въ томъ, что дорожную линію направляютъ по прямой; способъ этотъ даетъ кратчайшую линію, но удобенъ только въ томъ случаѣ, когда поверхность склона не представляетъ значительныхъ неровностей и второстепенныхъ бассейновъ, пересѣченіе которыхъ потребовало бы большихъ земляныхъ работъ. При второмъ способѣ дорожную линію проводятъ отъ данной точки на склонѣ почти горизонтально и направляютъ ее внизъ по склону лишь отъ того мѣста, отъ котораго можно спуститься въ долину съ максимальнымъ уклономъ. Если точка лежитъ недалеко отъ гребня и послѣдній не представляетъ большихъ изгибовъ въ планѣ и по высотѣ, то этотъ способъ весьма цѣлесообразенъ, такъ какъ, направляя линію параллельно гребню, пересѣкаютъ второстепенные бассейны въ мѣстахъ незначительной глубины и, вслѣдствіе этого, при небольшомъ удлинении линіи достигаютъ большого уменьшенія количества земляныхъ работъ и искусственныхъ сооружений. Третій способъ заключается въ томъ, что дорожную линію ведутъ отъ точки, лежащей на склонѣ, внизъ по склону съ максимальнымъ уклономъ, чтобы возможно скорѣе достигнуть долины, и затѣмъ направляютъ линію по долинѣ до второй точки. При этомъ способѣ послѣдняя часть линіи проводится очень легко; правда она пересѣкаетъ рѣчки и рѣчки второстепенныхъ бассейновъ въ самой широкой части ихъ, гдѣ нужны значительныя искусственныя сооруженія, но зато проходитъ въ совершенно ровной мѣстности, минуя косогоры. Кромѣ того, третій способъ представляетъ еще то преимущество, что при немъ дорожная линія, пролегая по долинѣ, проходитъ по наиболѣе населеннымъ и наиболѣе богатымъ землямъ мѣстности, гдѣ дорога можетъ принести больше пользы, чѣмъ на склонѣ бассейна.

Какъ видно изъ описаннаго выше втораго случая положенія данныхъ точекъ, при изысканіяхъ дорожной линіи въ гористой мѣст-

ности приходится нерѣдко находить линію, проходящую съ опредѣленнымъ однообразнымъ уклономъ по самой земной поверхности на данномъ склонѣ.

Если имѣется подробный планъ мѣстности съ горизонталями, то линія заданнаго уклона h_m вычерчивается очень легко на этомъ планѣ. Для этого изъ данной точки A (фиг. 35) описываютъ дугу круга BB' радіусомъ r , равнымъ отношенію $\frac{g}{h_m}$ разности отбѣтокъ горизонталей къ данному уклону; каждая изъ точекъ B и B' пересѣченія этой дуги съ ближайшей горизонталью лежитъ на линіи уклона h_m , потому что $\frac{g}{AB} = \frac{g}{AB'} = \frac{g}{r} = h_m$. Затѣмъ, описывая тѣмъ же радіусомъ дугу изъ точки B , получаютъ двѣ новыя точки C и C' , изъ которыхъ каждая находится на линіи заданнаго уклона. Подобнымъ же образомъ находятъ и дальнѣйшія точки, причемъ изъ получаемыхъ каждый разъ двухъ точекъ выбираютъ ту, которая опредѣляетъ линію уклона, ближе подходящую къ общему направленію дорожной линіи или пролегающую по болѣе ровному мѣсту склона.

Когда подробнаго плана съ горизонталями нѣтъ, то линію заданнаго уклона находятъ сперва на мѣстности посредствомъ теодолита, пантометра или греческаго ватерпаса (*теразинъ*—по турецки, *зиаріа*—по гречески). При помощи этихъ инструментовъ, по правиламъ, указаннымъ въ геодезій, легко опредѣлить на мѣстности рядъ такихъ точекъ, что линія, проведенная чрезъ нихъ по поверхности земли, будетъ имѣть требуемый уклонъ. Въ точкахъ этихъ забиваютъ колья и производятъ по нимъ съемку, по которой наносятъ найденную линію на планъ.

Получивъ тѣмъ или другимъ способомъ ломаную линію даннаго уклона на планѣ, переходятъ отъ нея къ дорожной линіи, для чего вычерчиваютъ на планѣ, у найденныхъ точекъ перелома линіи, дуги круговъ радіусами не менѣе заданнаго минимальнаго радіуса и къ этимъ дугамъ проводятъ общія касательныя; совокупность вычерченныхъ дугъ и касательныхъ даетъ требуемую дорожную линію.

Нерѣдко найденная дорожная линія бываетъ короче ломаной, вслѣдствіе чего уклонъ ея оказывается больше уклона послѣдней; кромѣ того, на закругленіяхъ малаго радіуса уклонъ оси дороги приходится уменьшать, причемъ уклонъ прямыхъ участковъ соответственно увеличивается. Поэтому, при нахожденіи линіи заданнаго

уклона, необходимо принимать уклонъ немного меньше наибольшей допускаемой величины, чтобы не превзойти этой величины при установлении дорожной линіи.

Въ третьемъ случаѣ, то есть когда данныя точки находятся на противоположныхъ склонахъ одного и того же косогора, прямая линія, соединяющая эти точки, сначала поднимается на гребень косогора и затѣмъ спускается съ него. Такъ какъ уклоны этого подъема и спуска обыкновенно гораздо больше максимальнаго уклона дороги, то проведеніе дороги по прямой вызываетъ прорытіе очень глубокихъ выемокъ или тоннелей, которые представляются черезчуръ дорогими для обыкновенной дороги. Можно избѣгнуть весьма большихъ уклоновъ и громадныхъ работъ, проводя дорожную линію въ обходъ косогора по поверхности земли и приблизительно на одинаковой высотѣ, но при этомъ длина дороги чрезмѣрно увеличивается. Поэтому чаще всего поступаютъ такимъ образомъ: ведутъ дорожную линію отъ обѣихъ данныхъ точекъ, поднимаясь съ даннымъ максимальнымъ уклономъ, до мѣста пересѣченія обѣихъ частей линіи и у мѣста пересѣченія немного укорачиваютъ ее съ тѣмъ, чтобы проложить дорогу въ наиболѣе возвышенномъ пунктѣ небольшою выемкою.

Обратный, но вполнѣ сходный съ разсмотрѣннымъ, случай представляетъ то положеніе данныхъ точекъ, когда онѣ находятся на двухъ склонахъ одного и того же бассейна. Рѣшеніе вопроса, какъ провести въ этомъ случаѣ дорожную линію, совершенно сходно съ предыдущимъ: или проводятъ линію приблизительно на одинаковой высотѣ въ обходъ долины, или спускаются отъ обѣихъ точекъ съ максимальнымъ уклономъ до мѣста пересѣченія обѣихъ частей линіи и у мѣста пересѣченія спрямляютъ ее съ тѣмъ, чтобы проложить дорогу по долинѣ небольшою насыпью.

Въ четвертомъ случаѣ, то есть когда данныя точки лежатъ въ двухъ разныхъ бассейнахъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга однимъ или нѣсколькими гребнями, опредѣляютъ сначала мѣста, въ которыхъ легче всего перевалить черезъ горные гребни, а затѣмъ, принявъ эти мѣста за неизмѣнныя точки направленія дороги, устанавливаютъ между ними дорожную линію по способамъ, указаннымъ въ предыдущихъ случаяхъ.

Наиболѣе удобными для перевала мѣстами гребней представляются ущелья. Чтобы дорога была возможно короче и съ мень-

шими уклонами, избираютъ въ каждомъ гребнѣ самое низкое изъ ущелій, находящихся вблизи общаго направленія дорожной линіи. Впрочемъ, иногда приходится отказаться отъ самаго низкаго ущелья; это бываетъ тогда, когда къ такому ущелью примыкаетъ бассейнъ съ обрывистыми склонами, по которому весьма трудно провести дорогу.

Если имѣется въ распоряженіи подробная карта мѣстности съ горизонталями, то нахожденіе ущелій и выборъ наиболѣе низкихъ изъ нихъ дѣлается весьма легко по виду и отмѣткамъ горизонталей. Если приходится пользоваться картою безъ горизонталей, то руководствомъ для установленія пунктовъ перевала черезъ гребни могутъ служить общія особенности, замѣчаемая въ формѣ и расположеніи неровностей земной коры. Ручьи и рѣчки, изображенные на картѣ, указываютъ положеніе долинъ и бассейновъ различныхъ порядковъ и, вслѣдствіе этого, даютъ возможность назначить на картѣ линіи гребней какъ между ручьями, текущими въ одну сторону, такъ и между рядами ручьевъ, спускающихся по противоположнымъ направленіямъ. Назначивъ линію гребня, можно найти довольно хорошо мѣста ущелій, такъ какъ они почти всегда лежатъ у начала долинъ.

Если два ручья, текущіе по двумъ разнымъ склонамъ одного и того же хребта, расположены истоками одинъ противъ другого по обѣимъ сторонамъ гребня, то почти навѣрно соотвѣтственное ущелье принадлежитъ къ числу самыхъ низкихъ. Если ручей *AB* (фиг. 36) течетъ параллельно гребню *CD* и въ точкѣ *B* круто поворачиваетъ, то въ мѣстѣ поворота имѣется вѣроятно второстепенный гребень *DE*, заграждающій ручью путь. Гребень *CD*, понижающійся вмѣстѣ съ ручьемъ, въ точкѣ *F* перестаетъ понижаться и возвышается при встрѣчѣ съ гребнемъ *DE*; слѣдовательно, въ точкѣ *F* по всей вѣроятности существуетъ ущелье.

На основаніи подобныхъ соображеній можно по простой картѣ съ нанесенными ручьями и рѣчками опредѣлить приблизительно мѣста и даже относительную высоту ущелій. Однако получаемая этимъ способомъ заключенія представляются лишь вѣроятными и касаются только относительной высоты ущелій; кромѣ того, карты не всегда бываютъ составлены такъ хорошо и такъ подробно, чтобы имъ можно было вполне довѣряться. Поэтому, опредѣливъ вѣроятное положеніе ущелій по картѣ, изслѣдуютъ мѣстность въ натурѣ, чтобы убѣдиться, существуютъ ли въ дѣйствительности эти ущелья, уста-

новить точнѣе мѣста ихъ и измѣрить ихъ высоту; послѣднее дѣлается очень легко и достаточно точно посредствомъ барометра.

24. Разбивка дорожной линіи. Какова бы ни была мѣстность проведенія дороги, по установленіи дорожной линіи, назначаютъ, или *разбиваютъ*, ее на мѣстности, чтобы разработать подробности линіи и собрать данныя, необходимыя для составленія проекта дороги.

Разбивка дорожной линіи на мѣстности заключается въ томъ, что по концамъ линіи и въ точкахъ взаимнаго пересѣченія прямыхъ участковъ ея, въ точкахъ примыканія прямыхъ участковъ къ закругленіямъ и по закругленіямъ забиваются колья; кромѣ того, къ разбивкѣ линіи относится измѣреніе ея длины, съ назначеніемъ по линіи опредѣленныхъ разстояній также посредствомъ кольевъ. Важнѣйшими пунктами дорожной линіи представляются конечныя точки ея и точки пересѣченія прямыхъ участковъ, то есть вершины угловъ линіи; въ этихъ точкахъ крѣпко забиваются толстые колья, или закапываются столбы съ крестовинами на нижнемъ концѣ, обозначаемые нумерами по порядку или буквами. Чтобы облегчить нахожденіе этихъ точекъ, даже въ случаѣ уничтоженія кольевъ, часто обозначаютъ на планѣ положеніе и кратчайшее разстояніе ихъ относительно какихъ-либо неизмѣняемыхъ и легко находимыхъ точекъ, или *реперовъ*. Реперами могутъ служить углы зданій, межевые знаки и т. п.; при отсутствіи естественныхъ реперовъ, устраиваютъ искусственные, для чего закапываютъ въ землю въ нѣкоторыхъ мѣстахъ крѣпкіе деревянные столбы съ крестами внизу, опуская кресты ниже линіи промерзанія грунта. Для предупрежденія порчи реперовъ мѣстными жителями полезно помѣчать ихъ государственнымъ гербомъ.

Для назначенія кольями на мѣстности точекъ примыканія прямыхъ участковъ къ закругленіямъ и точекъ по линіи послѣднихъ измѣряютъ углы, образуемые прямыми участками въ точкахъ пересѣченія, и по величинамъ угловъ и соотвѣтственныхъ радіусовъ опредѣляютъ элементы закругленій.

Если назвать буквою α (фиг. 37) уголъ, образуемый пересѣченіемъ двухъ прямыхъ участковъ, а буквою r радіусъ закругленія, то a , длина отрѣзка касательной отъ вершины C угла до точки касанія A или B , опредѣлится равенствомъ:

$$a = r \cot g \frac{\alpha}{2} (31)$$

a b , разстояніе отъ вершины C угла до середины D закругленія, выразится формулою:

$$b = r \left(\operatorname{cosec} \frac{\alpha}{2} - 1 \right) (32)$$

По этимъ формуламъ легко найти a и b , такъ какъ уголъ α опредѣляется измѣреніемъ, а радіусъ r берется въ круглыхъ числахъ съ чертежа, сдѣланнаго отъ руки на планѣ при изысканіяхъ.

Вычисливъ a и b , отмѣриваютъ отъ точки C по прямымъ участкамъ длины CA и CB , равныя a , а по биссектрисѣ длину CD , равную b , и забиваютъ въ точкахъ A , B и D колья. Затѣмъ, способами, указываемыми въ геодезін, опредѣляютъ положеніе промежуточныхъ точекъ закругленія и точки эти также назначаютъ на мѣстности кольями.

Измѣреніе длины дорожной линіи производится, послѣ разбивки закругленій, посредствомъ желѣзной *цѣпи*, или стальной *ленты*, причемъ по линіи забиваются на опредѣленныхъ разстояніяхъ *пикетные колья*, или *пикеты*. Главные пикеты, обозначаемые послѣдовательными нумерами, помѣщаются черезъ каждыя 50 саженъ; промежуточные пикеты, сверхъ забитыхъ при разбивкѣ закругленій, заколачиваются во всѣхъ чѣмъ-либо замѣчательныхъ точкахъ линіи, каковы—точки замѣтныхъ перегибовъ земной поверхности, точки на урѣзахъ низкаго и высокаго горизонтовъ воды въ рѣчкахъ, точки пересѣченій линіи съ дорогами и т. п. Промежуточные пикеты надписываются ихъ разстояніями отъ главныхъ, иногда съ приставкою буквъ a , b , c .

Колья для разбивки линіи дѣлаются въ 12 дюймовъ длиною и въ 3 дюйма толщиною; они надрубаются сбоку въ верхней части для надписанія нумера или разстоянія и забиваются въ землю настолько, чтобъ надписанное число было видно. Для мѣсть съ рыхлой или мягкой почвой, напримѣръ для свѣже-вспаханнаго поля или торфяного луга, колья слѣдуетъ дѣлать значительно длиннѣе указаннаго выше размѣра.

При измѣреніи длины дорожной линіи ведется *пикетажный журналъ*, въ который рядомъ съ нумерами и обозначеніями пикетовъ записываются разныя свѣдѣнія, служащія какъ для точнаго опредѣленія мѣсть расположенія пикетовъ, такъ и для возможно яснаго изображенія полосы мѣстности подъ предполагаемую дорогу, а именно: состояніе поверхности земли подъ лѣсомъ, пашней или лугомъ, родъ грунта, границы владѣній, пересѣченія дорогъ и рѣчекъ, направленіе теченія послѣднихъ, границы населенныхъ пунктовъ и т. п.

25. Продольная и поперечная нивелировка и собираніе различныхъ свѣдѣній. Вслѣдъ за разбивкой и измѣреніемъ дорожной линіи производится точная продольная нивелировка ея, посредствомъ которой опредѣляютъ высоты отмѣченныхъ кольями и пикетами точекъ земной поверхности, а также высоты реперовъ. Для постановки нивелировочныхъ реекъ служатъ особые кольца, длиною въ 6 и толщиною въ 2 дюйма, съ гладкою верхушкой, вколоченные въ землю настолько, что верхушка кола совпадаетъ съ поверхностью земли. Колья эти вколачиваются, при разбивкѣ линіи, рядомъ съ главными и промежуточными пикетами.

При нивелировкѣ ведется журналъ, въ который вписываютъ нумера пикетовъ, прочитанныя числа реекъ, пояснительныя замѣтки и вычисленныя высоты, или возвышенія точекъ линіи надъ принятой горизонтальной плоскостью. На основаніи этого журнала составляется и вычерчивается по мѣрѣ веденія нивелировки, продольный профиль земной поверхности въ масштабѣ 50 или 100 саженъ въ 1 соткѣ сажені для горизонтальныхъ разстояній и соответственно 2 или 5 саженъ въ 1 соткѣ для высотъ. На этомъ чертежѣ надписываются на горизонтальной линіи разстоянія между отдѣльными пикетными точками, а на вертикаляхъ высоты точекъ; образецъ такого чертежа представленъ на фигурѣ 2.

Вмѣстѣ съ продольной нивелировкой дорожной линіи производится и съемка поперечныхъ профилей земной поверхности, или поперечная нивелировка, въ тѣхъ пикетныхъ точкахъ линіи, гдѣ поверхность земли очень неровна. Прямые поперечныхъ профилей проводятся на-глазъ нормально къ дорожной линіи и нивелируются въ точкахъ, отстоящихъ отъ послѣдней на цѣлое число саженъ и не далѣе 5—7 саженъ; очень часто бываетъ вполне достаточно одной точки съ каждой стороны линіи. Поперечная нивелировка заносится въ журналъ, по которому затѣмъ вычерчиваются на клетчатой бумагѣ, спитой въ видѣ тетради, поперечные профили земной поверхности въ масштабѣ 1 или 2 сажені въ соткѣ (фиг. 69).

При разбивкѣ линіи и нивелировкѣ ея, планъ изысканій пополняется нанесеніемъ на него величины угловъ линіи, закругленій, разстояній между отдѣльными точками линіи и положенія различныхъ предметовъ мѣстности на полосѣ земли въ 50 или 100 саженъ съ каждой стороны линіи. Положеніе лѣсныхъ зарослей, пашень, луговъ, про-

ѣзжихъ и желѣзныхъ дорогъ, рѣкъ и ручьевъ, мостовъ, каменоломенъ, карьеровъ и границъ разнаго рода опредѣляютъ или глазомерно, пользуясь измѣреніемъ дорожной линіи и пикетажнымъ журналомъ, или по способамъ засѣчекъ и ординатъ. По дополненному такимъ образомъ плану изысканій составляютъ затѣмъ ситуационный планъ дороги въ масштабѣ 50 или 100 сажень въ соткѣ, по образцу, представленному на фигурѣ 1.

Кромѣ такого ситуационнаго плана для всей дороги, составляются иногда по собраннымъ при изысканіяхъ даннымъ, или по особой съемкѣ, болѣе подробные, детальныя планы нѣкоторыхъ небольшихъ участковъ мѣстности. Необходимость въ такихъ планахъ является при опредѣленіи положенія большихъ мостовъ, дорожныхъ зданій и городскихъ улицъ.

Одновременно съ нивелировкой дорожной линіи дѣлаютъ промѣры глубины пересѣкаемыхъ ею рѣкъ, рѣчекъ и болотъ и развѣдку грунта по направленію дороги. Промѣрами глубины опредѣляются живыя сѣченія рѣчныхъ и болотныхъ ложбинъ, которыя наносятся затѣмъ на чертежъ продольнаго профиля, вмѣстѣ съ горизонтами высокихъ, обыкновенныхъ и низкихъ водъ.

Развѣдка грунта большею частью ограничивается выкапываніемъ ямъ на глубину отъ 3 до 5 футовъ; напластованіе же слоевъ изслѣдуется во встрѣчаемыхъ оврагахъ. Къ буренію обращаются лишь тогда, когда располагаютъ необходимыми инструментами, и производятъ его только въ исключительныхъ случаяхъ, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ предвидится необходимость глубокихъ выемокъ, насыпей по болотамъ, или большихъ искусственныхъ сооружений. Для этой цѣли очень пригоденъ ручной буръ инженера Войслава; онъ легокъ, удобенъ для перевозки, достаточно длиненъ (до 5 сажень) и не дорогъ (около 150 рублей). Родъ и качество грунта, опредѣленные развѣдкой, отмѣчаются на чертежѣ продольнаго профиля (фиг. 2).

Наконецъ, при изысканіяхъ собираются свѣдѣнія о мѣстахъ добыванія и родѣ строительныхъ матеріаловъ, въ особенности камня, о существующихъ цѣнахъ на матеріалы и рабочихъ, о возможной дѣятельности и родѣ проѣзда по дорогѣ, а также другія свѣдѣнія, перечисленные въ параграфѣ 21.

III.

Поперечный профиль дороги и земляное полотно.

26. Видъ поперечнаго профиля дороги. Поперечный профиль дороги представляет ломаную линію (фиг. 38), видъ которой зависитъ отъ условій мѣстности и проведенія дороги. Такъ какъ профиль этотъ получается отъ пересѣченія поверхности дорожной полосы плоскостью, проведенною нормально къ горизонтальной проекціи оси дороги, то отдѣльныя части его изображаютъ составныя части дороги въ поперечномъ разрѣзѣ, и потому по виду поперечнаго профиля можно составить ясное понятіе о формѣ дороги.

Средняя полоса дорожной поверхности, изображаемая на профилѣ линіей *ВАС* (фиг. 38), представляетъ самую важную часть дороги и называется *проезжей частью*; она служитъ для проѣзда экипажей, дѣлается выпуклою для стока воды и покрывается твердою одеждою, хорошо сопротивляющеюся разрушительному дѣйствію проѣзда. Съ обѣихъ сторонъ проѣзжую часть обрамляютъ *обочины* *ВD* и *СЕ*, не служація совсѣмъ, или служація лишь въ исключительныхъ случаяхъ, для проѣзда экипажей; онѣ назначаются для складыванія матеріаловъ, необходимыхъ при содержаніи дороги, для упора дорожной одежды, покрывающей проѣзжую часть, и для прохода путниковъ. Иногда одна или обѣ обочины бываютъ приподняты надъ проезжей частью, въ видѣ *тротуаровъ* (фиг. 40).

Рядомъ съ обочинами расположены *канавы* *DFGH* и *EJKL* для приѣма и отвода воды, стекающей съ поверхности дорожной полосы. Канавы окаймляются полосами земли *HM* и *LN*, носящими названіе *обрызовъ*; послѣдніе служатъ для складыванія ремонтныхъ матеріаловъ, для помѣщенія объѣзднаго временнаго пути при перестройкѣ дороги и для выкопки недостающей, или ссыпки лиш-

ней земли при устройствѣ дороги. Иногда на одномъ изъ обрѣзовъ помѣщается *лѣтний путь* $LL'NN'$ (фиг. 39) для проѣзда легкихъ экипажей въ сухую погоду.

Поперечный профиль описаннаго вида дорога обыкновенно имѣетъ на тѣхъ участкахъ, гдѣ она пролегаетъ по открытой, незаселенной мѣстности, вблизи отъ естественной поверхности земли MN , безъ значительнаго поперечнаго ската. Въ другихъ случаяхъ видъ поперечнаго профиля существенно измѣняется.

Если дорога проходить по городу или иному населенному пункту, то часто она состоитъ только изъ проѣзжей части и двухъ тротуаровъ или двухъ обочинъ: для стока воды служатъ при этомъ *лотки*, расположенные между проѣзжей частью и тротуарами (фиг. 40) или по краямъ обочинъ (фиг. 41).

Обыкновенно дорога проводится такъ, что только на части ея протяженія ось дороги совпадаетъ съ дорожной линіей, назначаемой на поверхности земли при изысканіяхъ, на остальномъ же протяженіи ось дороги расположена выше или ниже дорожной линіи. На участкахъ, гдѣ ось дороги лежитъ выше дорожной линіи, поверхность дороги поднимаютъ выше естественной поверхности земли посредствомъ *насыпи* грунта; на участкахъ же, гдѣ ось дороги пролегаетъ ниже дорожной линіи, поверхность дороги опускается ниже поверхности земли посредствомъ *выемки* грунта. Сооветственно съ этимъ дорога обыкновенно пролегаетъ частью на уровнѣ земли, частью насыпью, частью выемкою.

Если дорога пролегаетъ насыпью, то поперечный профиль ея имѣетъ видъ, изображенный на фигурѣ 42. Кромѣ проѣзжей части $ВАС$, обочинъ BD и CE и обрѣзовъ HM и LN , въ составъ дороги входятъ въ этомъ случаѣ поверхности DH и EL , по которымъ ограничивается насыпь для устраненія обвала грунта; поверхности эти называются *откосами насыпи*.

Если дорога проходить выемкою, то поперечный профиль ея получаетъ видъ, представленный на фигурѣ 43. Въ этомъ случаѣ въ составъ дороги входятъ, кромѣ проѣзжей части, обочинъ, канавъ и обрѣзовъ, *откосы выемки* HH' и LL' , то есть поверхности, по которымъ ограничивается выемка для устраненія обвала грунта.

Наконецъ, если дорога проходить поперекъ склона земной поверхности, или *по косогору*, то часть ея пролегаетъ выемкою, а

часть насыпью. Поперечный профиль дороги въ этомъ случаѣ (фиг. 44) является составнымъ изъ профиля насыпи и профиля выемки.

27. Проѣзжая часть дороги. Проѣзжая часть дороги опредѣляется шириною ея, выпукlostью и устройствомъ дорожной одежды. Изложеніе способовъ устройства дорожной одежды составляетъ предметъ особаго, слѣдующаго ниже отдѣла, здѣсь же ограничимся разсмотрѣніемъ вопросовъ о ширинѣ и выпуклости проѣзжей части.

Ширина проѣзжей части сообразуется главнымъ образомъ съ дѣятельностью проѣзда по дорогѣ: чѣмъ сильнѣе движеніе, тѣмъ больше должна быть эта ширина. Кромѣ того, ширина проѣзжей части зависитъ отъ размѣровъ употребляемыхъ въ краѣ экипажей и отъ рода движенія. Далѣе, нѣкоторое вліяніе на эту ширину имѣютъ устройство дорожной одежды и требуемая степень безопасности и удобства движенія. Наконецъ, на кривыхъ участкахъ ширина эта зависитъ также отъ величины радіуса закругленія.

Минимальная ширина проѣзжей части опредѣляется условіемъ, чтобы два груженные экипажа могли ѣхать по ней рядомъ и разъѣхаться при встрѣчѣ, не сходя на обочины, не уменьшая скорости движенія и не рискуя столкнуться. Если k —ширина хода экипажа, a —ширина самаго экипажа съ полною нагрузкою, а m —величина зазора между двумя движущимися экипажами и ширина каждой изъ запасныхъ полосокъ по краямъ пути, то b —минимальная ширина проѣзжей части, необходимая для свободнаго разъѣзда двухъ экипажей на прямыхъ и слабо искривленныхъ участкахъ дороги, выражается (фиг. 45) формулою:

$$b = 2a - 2\left(\frac{a - k}{2}\right) + 3m = a + k + 3m \quad . \quad (33)$$

Ширина экипажа съ полною и самою громоздкою нагрузкою не превосходитъ 1,2 сажени, ширина хода экипажа обыкновенно бываетъ равна 0,6—0,7 сажени, а величина зазора между экипажами и ширина каждой запасной полоски по краямъ пути принимаются равными 0,1—0,2 сажени. При такихъ данныхъ минимальная ширина проѣзжей части дороги получается по предыдущей формулѣ равною 2,1—2,5 саженьямъ.

На нѣкоторыхъ дорогахъ ширина проѣзжей части меньше этой минимальной величины и достаточна для проѣзда лишь одного эки-

пажа. На такихъ дорогахъ, для разъѣзда двухъ экипажей, одному изъ нихъ приходится сворачивать въ сторону, съѣзжая на обочину или на особую площадку для разъѣзда. Съѣзды на обочину допускаются при слабомъ движеніи и не представляютъ неудобства на тѣхъ дорогахъ, гдѣ подвозъ грузовъ производится по одному направленію; въ этомъ случаѣ ненагруженные телѣги, встрѣчаясь съ нагруженными, безъ затрудненія могутъ сворачивать на обочину. Къ устройству разъѣздныхъ площадокъ прибѣгаютъ иногда на дорогахъ въ гористой мѣстности, но пользованіе ими всегда представляетъ нѣкоторое неудобство для проѣзда. Поэтому, если только по дорогѣ можно ожидать дѣятельнаго движенія или перевозки грузовъ въ обѣ стороны, то при устройствѣ дороги не слѣдуетъ дѣлать проѣзжую часть ея шириною меньше указанной минимальной величины.

При большой дѣятельности движенія по дорогѣ необходимо придавать проѣзжей части такую ширину, чтобы на ней могли разъѣхаться разомъ нѣсколько экипажей, потому что при очень сильномъ проѣздѣ часто бываютъ случаи, когда нѣсколько экипажей, движущихся съ разными скоростями въ одну сторону, или перемѣщающихся въ разныя стороны, съѣзжаются въ одномъ мѣстѣ дороги. При прежнихъ обозначеніяхъ ширина проѣзжей части, необходимая для свободнаго разъѣзда n экипажей на прямыхъ и слабо искривленныхъ участкахъ дороги, выражается формулою:

$$b_n = na - 2 \left(\frac{a - k}{2} \right) + (n + 1) m = \\ = (n - 1) a + k + (n + 1) m (34)$$

Для дорогъ, пролегающихъ по открытой, незаселенной мѣстности, даже при очень сильномъ проѣздѣ достаточна ширина проѣзжей части, допускающая свободный разъѣздъ трехъ груженыхъ экипажей. Подставляя въ предшествующую формулу $n = 3$, $a = 1,2$ сажени, $k = 0,6—0,7$ сажени и $m = 0,1—0,2$ сажени, получимъ, что соотвѣтственная ширина проѣзжей части $b_3 = 3,4—3,9$ сажень. Эту ширину рѣдко приходится превышать при устройствѣ открытыхъ дорогъ, то есть дорогъ между населенными пунктами. Напротивъ того, для городскихъ и пригородныхъ дорогъ требованія удобства проѣзда часто заставляютъ увеличивать ширину проѣзжей части до 10 и болѣе сажень.

На русскихъ шоссейныхъ дорогахъ, построенныхъ на средства казны до 1864 года, ширина проѣзжей части составляла 4, 3 и 2,5 сажени, смотря по значенію, которое имѣли эти дороги во время постройки; въ послѣдствіи ширина эта на нѣкоторыхъ дорогахъ была уменьшена до 2,5 и 2 сажень. На шоссейныхъ дорогахъ, устроенныхъ казною съ 1881 года, ширина проѣзжей части равна 2,5 и 2,1 саж.; эта ширина, какъ показалъ опытъ, представляется вполне цѣлесообразною на открытыхъ шоссе при проѣздѣ средней силы.

На горныхъ шоссейныхъ дорогахъ Кавказа и южнаго берега Крыма, построенныхъ какъ въ прежнее, такъ и въ новѣйшее время, ширина проѣзжей части въ большинствѣ случаевъ равна 1,5 сажени, и для развѣздовъ служатъ обочины съ уширеніями въ удобныхъ мѣстахъ. Такая ширина проѣзжей части допущена на этихъ шоссе, вслѣдствіе трудности и дороговизны проложенія широкаго полотна въ гористой мѣстности и въ виду сравнительно малаго вѣса и малой ширины экипажей, могущихъ проѣзжать по горнымъ дорогамъ при крутыхъ продольныхъ уклонахъ.

Въ обыкновенныхъ условіяхъ движенія, для *шоссейныхъ* дорогъ между населенными пунктами минимальная ширина проѣзжей части для развѣзда двухъ экипажнхъ, 2,1—2,5 саж., представляется и *наиболѣе выгодной шириной* для устройства и ремонта дороги. При увеличеніи этой ширины увеличивается стоимость построенія дороги, а при уменьшеніи ея возрастаетъ стоимость ремонта дороги; первое очевидно само собою, второе же требуетъ поясненія. Замѣчено, что при одинаковомъ проѣздѣ издержки на ремонтъ шоссейной дороги возрастаютъ, если ширина проѣзжей части уменьшается ниже нѣ котораго предѣла, близкаго къ 2,1 саж., и притомъ возрастаніе издержекъ идетъ быстрѣе уменьшенія ширины. Это явленіе объясняется тѣмъ, что при малой ширинѣ проѣзжей части, напримѣръ въ 1,2—1,5 сажени, экипажи во время проѣзда по необходимости остаются всегда по срединѣ шоссе и изнашиваютъ только тѣ полосы дорожной одежды, которыя соответствуютъ положенію колесъ, вслѣдствіе чего по этимъ полосамъ образуются колеи, вызывающія дальнѣйшее разстройство одежды; когда же ширина проѣзжей части достигаетъ 2,1—2,5 саж., то экипажи получаютъ возможность при проѣздѣ перемѣщаться со стороны въ сторону, вслѣдствіе чего дорожная одежда изнашивается по всей ширинѣ равномерно.

Выпуклость придается проезжей части съ тою цѣлю, чтобы дождевая вода не застаивалась на поверхности ея на горизонтальныхъ и слабо наклоненныхъ участкахъ дороги и не образовала продольныхъ потоковъ на участкахъ съ значительными уклонами. Обыкновенно выпуклость устраиваютъ однимъ изъ двухъ способовъ: или дѣлая поверхность проезжей части цилиндрическою, или составляя ее изъ двухъ плоскостей, наклоненныхъ отъ середины проезжей части къ краямъ (фиг. 46, *a* и *b*).

Цилиндрическая форма представляетъ то неудобство, что при ней края проезжей части наклонены сильнѣе середины, слѣдствіемъ чего является неравномѣрное изнашивание дорожной одежды, такъ какъ экипажи, чтобы избѣжать бокового скольженія, направляются предпочтительно по болѣе пологой средней полосѣ проезжей части; поэтому цилиндрическую форму придаютъ проезжей части только при малой выпуклости ея поверхности. Въ большинствѣ же случаевъ поверхность проезжей части составляютъ изъ двухъ наклонныхъ плоскостей, пересѣкающихся по оси дороги; при этомъ уголъ пересѣченія плоскостей самъ собою немного вдавливается при устройствѣ дорожной одежды, и окончательно поперечный профиль проезжей части получаетъ видъ двухъ прямыхъ линій, сопряженныхъ посредствомъ короткой плоской дуги (фиг. 46, *c*).

Величина выпуклости выражается отношеніемъ $\frac{h}{l}$ стрѣлы подъема h проезжей части къ ширинѣ ея l . Очень часто, вмѣсто величины выпуклости, указываютъ величину поперечнаго ската проезжей части, которая равна $\frac{2h}{l}$, то есть вдвое превосходитъ величину выпуклости. Величина выпуклости и поперечнаго ската зависитъ, во-первыхъ, отъ качествъ дорожной одежды, покрывающей проезжую часть, а во-вторыхъ, отъ величины продольнаго уклона дороги. Въ самомъ дѣлѣ, чѣмъ лучше и крѣпче дорожная одежда, тѣмъ труднѣе образуются на проезжей части неровности, задерживающія воду, и тѣмъ меньше можетъ быть выпуклость или поперечный скатъ для надлежащаго стока воды. Съ другой стороны, чѣмъ больше продольный уклонъ дороги, тѣмъ меньше можно заботиться объ облегченіи поперечнаго стока воды и тѣмъ меньше можетъ быть выпуклость или поперечный скатъ.

Сообразно съ этою зависимостью, по даннымъ практики при-

знаются наиболѣе цѣлесообразными слѣдующія величины выпуклости и поперечнаго ската проѣзжей части:

при грубой мостовой, выпукл. отъ	$\frac{1}{33}$	до	$\frac{1}{50}$	, скатъ отъ	$\frac{1}{17}$	до	$\frac{1}{20}$
» щебеноч. одеждѣ	»	»	$\frac{1}{40}$	»	»	$\frac{1}{20}$	» $\frac{1}{30}$
» брусчатой мостов.,	»	»	$\frac{1}{50}$	»	»	$\frac{1}{25}$	» $\frac{1}{40}$

причемъ здѣсь большія числа относятся къ участкамъ дорогъ горизонтальнымъ или съ малымъ уклономъ, а меньшія — къ участкамъ съ большимъ уклономъ.

На русскихъ шоссейныхъ дорогахъ, построенныхъ на средства казны въ новѣйшее время, величина поперечныхъ скатовъ проѣзжей части принята равною отъ $\frac{1}{17}$ до $\frac{1}{25}$ и измѣняется въ этихъ предѣлахъ по длинѣ дорогъ въ обратномъ отношеніи съ величиною продольнаго уклона.

Поверхности проѣзжей части на горныхъ дорогахъ иногда даютъ по всей ширинѣ одинъ поперечный скатъ, направленный въ сторону горнаго гребня (фиг. 58). Это дѣлается при проведеніи дорогъ поперекъ крутыхъ горныхъ склоновъ, на косогорахъ, и имѣетъ цѣлю устранить сдвиганіе экипажа къ краю насыпи и тѣмъ увеличить безопасность движенія.

28. Обочины. Обочины, окаймляя проѣзжую часть, служатъ для упора покрывающей ее дорожной одежды и для временнаго склада ремонтныхъ матеріаловъ. Кромѣ того, обочины часто удовлетворяютъ и другимъ назначеніямъ: ими пользуются пѣшеходы; на нихъ сворачиваютъ экипажи для остановокъ или для разѣздовъ со встрѣчными экипажами; въ нѣкоторыхъ, рѣдкихъ случаяхъ по нимъ происходитъ проѣздъ легкихъ экипажей въ сухое время года.

Въ незаселенной мѣстности обочины обыкновенно устраиваются изъ такого же грунта, какъ и земляное полотно; только въ томъ случаѣ, когда полотно дороги состоитъ изъ сыпучаго песка, для устройства обочинъ берутъ черноземную или песчаноглинистую землю. Если обочины служатъ для проѣзда легкихъ экипажей, то поверхность ихъ иногда покрываютъ слоемъ хряща. Въ заселенныхъ мѣстахъ обочины покрываютъ каменною мостовою, чтобы предохранить ихъ отъ скорой порчи и доставить больше удобствъ движенію.

Поверхность обочинъ располагають чаще всего въ уровень съ проѣзжею частью, давая имъ поперечный скатъ, направленный отъ оси дороги къ краямъ ея (фиг. 38). Скатъ этотъ или принимается равнымъ скату проѣзжей части, или дѣлается немного больше послѣдняго для облегченія стока дождевой воды.

Ширина обочинъ сообразуется съ предполагаемымъ назначеніемъ ихъ при данныхъ условіяхъ проведенія дороги. Минимальная ширина обочинъ—0,30 сажени; при такой ширинѣ обочины годны лишь для упора дорожной одежды и для нѣкотораго обезпеченія движенія, но не могутъ удовлетворять въ должной мѣрѣ какому-либо другому назначенію. Такая ширина обочинъ встрѣчается лишь на горныхъ дорогахъ, каковы—дороги Кавказа и южной части Крыма.

Нерѣдко придаютъ обочинамъ ширину въ 0,70—1,20 саж., при которой онѣ могутъ служить для свободного движенія пѣшеходовъ и для складыванія матеріаловъ въ томъ количествѣ, какое необходимо для обыкновеннаго ремонта дороги. Въ этомъ случаѣ, для складыванія матеріаловъ въ большомъ количествѣ пользуются обрѣзами или иногда устраивають на опредѣленныхъ разстояніяхъ по длинѣ дороги особыя складочныя площадки (фиг. 47 и 48). Такая ширина придана обочинамъ на русскихъ шоссеиныхъ дорогахъ, построенныхъ въ послѣднее время на средства казны въ Западномъ краѣ; на насыпяхъ по болотамъ и по разливамъ рѣкъ ширина обочинъ 1,20 саж., на остальномъ протяженіи—0,70 саж.

Наконецъ, иногда устраивають обочины шириною въ 1,75 саж. и болѣе. Такая ширина обочинъ, удовлетворяя всѣмъ потребностямъ дороги, представляетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и нѣкоторыя неудобства: увеличивая ширину земляного полотна, она дѣлаетъ дорожке постройку и ремонтъ дороги; затрудняя стокъ воды съ проѣзжей части и просыханіе земляного полотна, она способствуетъ разстройству дорожной одежды и увеличиваетъ расходы на содержаніе дороги. Послѣднее неудобство особенно бываетъ замѣтно въ томъ случаѣ, если одна или обѣ обочины, непокрытыя каменною мостовою, предоставляются для проѣзда; отъ дѣйствія проѣзда поверхность обочины въ короткое время сбивается и покрывается массой неровностей, требующихъ частыхъ исправленій и задерживающихъ на поверхности земляного полотна дождевую воду. Поэтому, если обстоятельства проложенія дороги заставляютъ дѣлать обочины широкими и оставлять ихъ сво-

бодными для проѣзда, то поверхность ихъ необходимо покрывать каменною мостовою.

На русскихъ шоссе, построенныхъ на средства казны до 1864 года, ширина обочинъ достигаетъ 1,75 саж. и въ большинствѣ случаевъ представляется излишне большою, особенно при существующемъ движеніи. Эти обочины часто заграждаются для недопущенія ѣзды по нимъ, но излишекъ ширины ихъ все-таки оказываетъ вредное вліяніе на исправность шоссе, замедляя просыханіе земляного полотна. Употребляемые на нашихъ шоссе способы загражденія обочинъ указаны въ отдѣлѣ о ремонтѣ дорогъ.

При расположеніи обочинъ на одномъ уровнѣ съ проѣзжею частью, вода, попадающая во время дождя на поверхность дороги, стекаетъ въ канавы по обочинамъ и дѣлаетъ ихъ неудобными для прохода въ сырую погоду. Поэтому на дорогахъ съ значительнымъ движеніемъ пѣшеходовъ, въ городахъ или въ окрестностяхъ городовъ, обыкновенно поднимаютъ одну или обѣ обочины надъ проѣзжей частью, въ видѣ *тротуаровъ* (фиг. 40 и 49), давая поверхности ихъ поперечный скатъ отъ $\frac{1}{33}$ до $\frac{1}{50}$ къ срединѣ дороги. Если такія приподнятыя обочины назначены исключительно для движенія пѣшеходовъ, то ихъ покрываютъ слоемъ плотно утрамбованнаго крупнаго песка, или замазываютъ камнемъ (фиг. 40), асфальтомъ или деревомъ. Дождевая вода, стекающая съ поверхности проѣзжей части и тротуаровъ, собирается въ этомъ случаѣ въ лоткахъ съ продольными уклонами (фиг. 50) и изъ самыхъ низкихъ точекъ лотковъ отводится каналами или трубами.

29. Канавы боковыя, отводныя и нагорныя. Канавы составляютъ весьма важную принадлежность дороги. Онѣ служатъ для приѣма воды, стекающей съ поверхности полотна дороги, и для отвода ея къ мѣстамъ естественнаго стока, — оврагамъ, лощинамъ и рѣкамъ; кромѣ того, онѣ осушаютъ земляное полотно и устраняютъ этимъ размягченіе грунта подъ дорожною одеждою и вдавливаніе въ него частей этой одежды. Если дорога устраивается безъ канавъ, то результаты отсутствія ихъ дѣлаются замѣтными вскорѣ по окончаніи постройки и выражаются тѣмъ, что проѣзжая часть дороги медленно высыхаетъ, скоро теряетъ выпуклость и допускаетъ образованіе въ дорожной одеждѣ глубокихъ колеи, а для поддер-

жанія дороги въ исправности требуются большіе расходы. Канавы приносятъ мало пользы только въ мѣстахъ съ чисто песчанымъ грунтомъ, который легко всасываетъ дождевую и снѣговую воду; въ такихъ мѣстахъ полотно дороги просыхаетъ быстро даже при отсутствіи канавъ.

Канавы по сторонамъ дорожнаго полотна, или *боковыя канавы*, необходимы по всему протяженію участковъ дороги, пролегающихъ выемкою, или на уровнѣ поверхности земли, или насыпью не выше 0,25 сажени. При болѣе высокихъ насыпяхъ стокъ воды съ дорожнаго полотна на обрѣзы и по нимъ къ оврагамъ или лощинамъ не вредить дорогѣ и канавы представляются излишними. На косогорахъ необходима только одна канава, съ нагорной стороны земляного полотна, причемъ часто для сбереженія мѣста, для уменьшенія количества земляныхъ работъ и для удобства проѣзда замѣняютъ эту канаву мощенымъ лоткомъ (фиг. 60 и 61). Подобная же замѣна канавъ мощеными лотками практикуется иногда на участкахъ дорогъ, пролегающихъ по городамъ и селеніямъ (фиг. 41).

Если боковыя канавы, кромѣ воды, стекающей съ дороги, принимаютъ въ себя воду пересѣкаемыхъ дорогою лощинъ или ручьевъ, то для опредѣленія размѣровъ канавъ по количеству ожидаемаго притока воды и по данному уклону пользуются формулами гидравлики. Если же канавы служатъ только для осушенія полотна и стока дождевой воды, падающей на поверхность дорожной полосы, то размѣры ихъ назначаются по указаніямъ практики устройства дорогъ въ разныхъ мѣстныхъ условіяхъ.

Дну канавъ (фиг. 51) даютъ постоянную ширину въ 0,20—0,25 сажени, а глубину ихъ соразмѣряютъ съ количествомъ протекающей воды и съ положеніемъ дороги. Въ возвышенныхъ пунктахъ, откуда канавы понижаются въ обѣ противоположныя стороны, назначаютъ глубину ихъ отъ 0,20 до 0,25 сажени, смотря по ширинѣ откосовъ выемки и поперечному скату мѣстности; по мѣрѣ приближенія къ низкимъ мѣстамъ глубину эту постепенно увеличиваютъ и при значительной длинѣ канавъ доводятъ въ концѣ до 0,40 сажени и больше. Въ ровной мѣстности средняя глубина канавъ принимается въ 0,25 сажени и, при горизонтальномъ положеніи полотна, измѣняется по длинѣ дороги для образованія продольнаго уклона дна ихъ. Откосы канавъ, вслѣдствіе незначительной ширины ихъ, дѣлаютъ обыкно-

венно съ одиночнымъ (1 : 1) скатомъ, но въ выемкахъ откосамъ канавъ, прилегающимъ къ откосамъ выемки, часто придаютъ скатъ, равный скату послѣднихъ.

На дорогахъ въ гористой мѣстности размѣры канавъ дѣлаются меньше только-что указанныхъ, въ виду значительныхъ продольныхъ уклоновъ этихъ дорогъ; при плотно-глинистомъ, шиферномъ или щебенистомъ грунтѣ имъ даютъ ширину по дну и глубину около 0,15 сажени (фиг. 52).

Продольный уклонъ боковыхъ канавъ зависитъ отъ продольнаго уклона дороги и дѣлается равнымъ послѣднему, за исключеніемъ случаевъ, указываемыхъ ниже. Для свободного стока воды продольный уклонъ канавъ долженъ быть не менѣе 0,005.

На участкахъ дорогъ съ уклономъ менѣе 0,005, уклонъ боковыхъ канавъ дѣлается болѣе уклона дороги и доводится до 0,005 постепеннымъ углубленіемъ канавъ отъ одного конца участка къ другому, или отъ середины участка къ краямъ. На длинныхъ участкахъ дорогъ съ однообразнымъ небольшимъ уклономъ, уклонъ канавъ часто немного увеличиваютъ постепенно отъ возвышенной точки къ низменной, потому что, по мѣрѣ пониженія канавы, количество протекающей въ ней воды увеличивается. На частяхъ дороги, въ которыхъ при спускѣ продольный уклонъ дороги уменьшается, канавамъ стараются придать такое расположеніе, чтобы уклонъ ихъ не уменьшался рѣзко въ мѣстахъ, гдѣ не устроено выпуска воды изъ канавъ, потому что въ точкахъ рѣзкаго уменьшенія уклона складываются наносы, вслѣдствіе уменьшенія скорости теченія воды; въ виду этого въ такихъ мѣстахъ дѣлаютъ иногда уклонъ канавъ немного болѣе уклона дороги. Наконецъ, уклонъ канавъ бываетъ по необходимости больше уклона дороги въ томъ случаѣ, когда вода, собирающаяся въ выемкѣ *AC* отводится вдоль сосѣдней насыпи *CD* къ ближайшему оврагу *D* (фиг. 53).

Въ мѣстахъ крутыхъ пониженій поверхности земли, боковыя канавы удаляютъ (фиг. 54) отъ земляного полотна дороги, чтобы обезопасить его отъ поврежденія при размывахъ канавъ, которые происходятъ иногда въ подобныхъ мѣстахъ, вслѣдствіе большой скорости теченія воды. Въ гористой мѣстности дорогамъ часто приходится давать большой уклонъ на значительномъ протяженіи; въ такихъ случаяхъ, съ цѣлью устраненія размывовъ, канавы располагаютъ

уступами (фиг. 55), для чего раздѣляютъ все протяженіе канавы на части, придаютъ этимъ частямъ умѣренный уклонъ (около 0,01—0,02) и сопрягаютъ ихъ каменными стѣнками изъ сухой кладки, съ каменнымъ поломъ, имѣющимъ обратный уклонъ и принимающимъ на себя ударъ падающей воды.

Дно и откосы канавъ часто выстилаются дерномъ при самомъ проведеніи дороги. Такой одерновки канавъ не дѣлаютъ только при твердомъ, трудно размываемомъ грунтѣ, или при отсутствіи дерна, или при недостаткѣ средствъ. Иногда, при грунтѣ, легко покрываемомъ растительностью, выстилку канавъ дерномъ замѣняютъ обѣвкой ихъ травяными сѣмьями.

При большомъ уклонѣ, или при очень значительномъ количествѣ проводимой воды, дно и откосы боковыхъ канавъ укрѣпляются, для устраненія размывовъ, *каменной мостовой*; при этомъ замощеніе откосовъ канавъ дѣлается лишь на высоту наибольшаго возможнаго подъема воды въ канавахъ. Изъ всего протяженія канавъ легче всего повреждаются части ихъ, ближайшія къ выходамъ воды; поэтому части эти требуютъ укрѣпленія мостовою преимущественно передъ остальнымъ протяженіемъ канавъ. Предѣльными уклонами, не требующими замощенія канавъ, принимаются уклоны отъ 0,03 до 0,05, смотря по роду грунта. Степень сопротивленія грунта размыву и количество протекающей воды часто бываетъ трудно опредѣлить при проведеніи дороги; поэтому нерѣдко замощеніе дна и откосовъ канавъ откладываютъ, при устройствѣ дорогъ, до тѣхъ поръ, пока опытъ не укажетъ мѣстъ, гдѣ необходимо защитить ихъ мостовой.

Вода, скопляющаяся въ боковыхъ канавахъ, не должна ни въ какомъ случаѣ оставаться долгое время у земляного полотна дороги, такъ какъ застой воды можетъ быть причиною размоканія грунта, поддерживающаго дорожную одежду. Поэтому при проложеніи дороги пользуются всѣми мѣстными обстоятельствами для спуска воды изъ боковыхъ канавъ въ пересѣкаемые дорогою или сосѣдніе овраги и лощины. Если дорога пересѣкаетъ оврагъ или лощину, то вода изъ боковыхъ канавъ прямо изливается въ углубленіе мѣстности и стекаетъ по продольному скату его; если же оврагъ или лощина лежитъ вблизи дороги и не пересѣкается ею, то для отвода воды устраиваютъ отъ земляного полотна къ углубленію мѣстности *отводную канаву*. Въ томъ и другомъ случаѣ, для

спуска воды изъ канавы, находящейся съ нагорной стороны, укладываютъ подъ землянымъ полотномъ поперечную *трубу* (фиг. 56). Иногда, впрочемъ, трубы не устраиваютъ и въ лощину *A* выпускаютъ воду изъ одной только канавы *BC* (фиг. 57), другую же канаву *DE* продолжаютъ чрезъ возвышенность до слѣдующей лощины *F*; этотъ способъ спуска воды вполне умѣстенъ только въ томъ случаѣ, когда лощина *F* расположена недалеко отъ лощины *A*, а количество протекающей по канавѣ *DE* воды не велико.

Въ ровной низменной мѣстности нерѣдко бываетъ трудно устроить надлежащій отводъ воды изъ боковыхъ канавъ. Отводнымъ канавамъ въ такой мѣстности приходится давать большую длину и направлять ихъ по линіямъ наибольшихъ скатовъ поверхности земли, для отысканія которыхъ необходимо производство специальной нивелировки.

Въ случаѣ невозможности отвода воды къ пониженнымъ точкамъ посредствомъ отводныхъ канавъ, ограничиваются выкапываніемъ вблизи дороги ямъ на опредѣленныхъ разстояніяхъ одна отъ другой и спускомъ воды въ эти ямы, откуда она испаряется въ сухое время; въ такихъ мѣстахъ полезно увеличивать высоту насыпей, чтобы обезопасить верхній слой ихъ отъ намоканія. Если почва мѣстности заключаетъ въ себѣ водопроницаемые слои хряща или песка, то въ землѣ дѣлаютъ колодцы, или скважины, поглощающія спускаемую къ нимъ воду изъ канавъ.

При проведеніи дороги поперекъ склона мѣстности или по косягу, выемкой или полувыемкой, для предохраненія нагорнаго откоса выемки отъ размыва водою, стекающею по склону мѣстности, въ нѣкоторомъ разстояніи отъ верхняго ребра, или *бровки*, откоса устраивается *нагорная канава N* (фиг. 58), которая собираетъ воду, стекающую по склону, и отводитъ ее къ мѣстамъ естественнаго стока вдоль выемки. Если въ продольномъ профилѣ такой канавы имѣются впадины, то вода изъ этихъ впадинъ спускается въ боковую канаву посредствомъ мощеной камнемъ канавы *AB* и мощеного лотка *BC*. Иногда нагорнымъ канавамъ придаютъ видъ лотковъ; выходы нагорныхъ канавъ, легче всего повреждающіеся водою, укрѣпляютъ обыкновенно мощеніемъ камнемъ. При обиліи воды, стекающей по склону мѣстности, нагорную канаву устраиваютъ и у подошвы откоса насыпи съ нагорной стороны.

30. Откосы выемокъ и насыпей. Уклонъ откосовъ выемокъ и насыпей зависитъ отъ рода грунта земляного полотна и отъ глубины выемки или высоты насыпи. Чѣмъ слабѣе грунтъ и чѣмъ глубже выемка или выше насыпь, тѣмъ вообще уклонъ откосовъ долженъ быть меньше, чтобы приданная земляному полотну дороги форма сохранялась безъ поврежденій.

Въ статикѣ сооружений выводится формула, которая даетъ возможность опредѣлить по извѣстнымъ качествамъ грунта и по высотѣ откоса максимальный уклонъ откоса, при которомъ земляная масса можетъ держаться безъ обрушенія. Если ε — уголъ наклона откоса AB однородной земляной массы къ вертикали AC (фиг. 59), $h = AC$ — высота откоса, p — вѣсъ кубической единицы грунта, f — коэффициентъ внутренняго тренія грунта и c — величина сцѣпленія грунта, то максимальный уклонъ i откоса земляной массы выражается слѣдующей формулой:

$$\frac{1}{i} = tg \varepsilon = \frac{1}{f} + \frac{2}{f^2} \left[\frac{2c}{ph} - \sqrt{\frac{2c}{ph} \left(\frac{2c}{ph} + f \right) (1 + f^2)} \right] \quad (35)$$

Какъ видно изъ этой формулы, уклонъ откоса не зависитъ отъ поперечнаго ската мѣстности, равнаго $tg \beta$, и измѣняется только въ зависимости отъ величинъ h , p , f и c . Послѣднія три величины, выражающія качества грунта, опредѣляются путемъ опытовъ.

Вѣсъ p кубической единицы грунта легко найти посредствомъ взвѣшиванія измѣреннаго объема грунта. Существенное вліяніе на вѣсъ p оказываетъ степень влажности грунта; съ усиленіемъ влажности вѣсъ грунта возрастаетъ. Вѣсъ кубической сажени грунта колеблется отъ 930 пудовъ, при сухомъ черноземѣ, до 1210 пудовъ, при насыщенномъ водою глинѣ. — Для опредѣленія коэффициента тренія f насыпаютъ испытываемый грунтъ въ разрыхленномъ состояніи на площадку, стараясь придать насыпи возможно болѣе крутой откосъ, и затѣмъ измѣряютъ уголъ наклоненія откоса къ горизонту; тангенсъ этого угла, называемаго *угломъ естественнаго откоса*, равенъ коэффициенту f . Отъ небольшого количества влаги въ грунтѣ коэффициентъ тренія немного увеличивается, а при обильномъ смачиваніи грунта водою онъ сильно уменьшается. Коэффициентъ тренія грунта измѣняется отъ 1,00, при естественно влажномъ черноземѣ

щаются къ вычисленію по формулѣ 35, а руководствуются обыкновенно практическими выводами или установившимся обычаемъ.

Въ настоящее время, при проведеніи дорогъ, правильнымъ выборомъ дорожной линіи достигаютъ того, что поверхность земляного полотна близко прилегаетъ къ поверхности земли по всей длинѣ дороги, вслѣдствіе чего выемки глубже 2 сажень и насыпи выше этого размѣра встрѣчаются рѣдко. При этомъ можно сообразовать уклонъ откосовъ лишь съ качествомъ грунта и принимать его одинаковымъ для значительныхъ участковъ дороги.

При глубинѣ выемокъ, непревосходящей 2 сажень, и при надлежащей защитѣ поверхности откосовъ отъ внѣшнихъ поврежденій представляются цѣлесообразными слѣдующія величины уклона i откосовъ выемокъ:

для растительной земли и песка, уклонъ $i = 1 : 1\frac{1}{2}$,

» песчано-глинистаго грунта, » $i = 1 : 1$,

» глины и хрящеватаго грунта, » $i = 1 : 1$.

Откосамъ насыпей необходимо придавать болѣе пологое расположеніе, потому что въ насыпяхъ нельзя рассчитывать на сцѣпленіе грунта, по крайней мѣрѣ въ первое время по возведеніи ихъ. При высотѣ насыпей не выше 2 сажень и при защитѣ поверхности откосовъ отъ внѣшнихъ поврежденій представляются цѣлесообразными слѣдующія величины уклона i откосовъ насыпей:

для растительной земли и песка, уклонъ $i = 1 : 2$,

» песчано-глинистаго грунта, » $i = 1 : 1\frac{1}{2}$,

» глины и хрящеватаго грунта, » $i = 1 : 1\frac{1}{4}$.

Откосъ называется *одиночнымъ* при уклонѣ $1 : 1$, *полуторнымъ* при уклонѣ $1 : 1\frac{1}{2}$, *двойнымъ* при уклонѣ $1 : 2$, и т. д.

Нерѣдко, основываясь на томъ, что такой грунтъ, который въ слежавшейся массѣ не можетъ держаться при одиночномъ откосѣ, встрѣчается рѣдко, и что насыпи возводятся всегда изъ хорошаго грунта, располагающагося въ естественномъ видѣ съ откосомъ круче полуторнаго, придаютъ всѣмъ откосамъ выемокъ на дорогѣ уклонъ $1 : 1$, а откосамъ насыпей уклонъ $1 : 1\frac{1}{2}$ и даже иногда $1 : 1$. Конечно въ этомъ случаѣ приходится дѣлать исключеніе для глубокихъ выемокъ и высокихъ насыпей и для участковъ дороги съ полотномъ изъ грунта сомнительнаго качества.

Когда глубина выемокъ, или высота насыпей, превосходить 2 сажени, откосамъ ихъ слѣдуетъ давать уклоны меньше указанныхъ выше нормъ. Иногда, для увеличенія устойчивости широкихъ откосовъ, раздѣляютъ ихъ по ширинѣ *бермами* (фиг. 62, а), но мѣру эту нельзя признать рациональной: бермы увеличиваютъ объемъ выемокъ и насыпей, мѣшаютъ стоку дождевой воды и нерѣдко служатъ причиною сползовъ въ откосахъ. вмѣсто устройства бермъ, лучше уменьшать уклонъ откосовъ по всей ширинѣ или только въ нижней части (фиг. 62, б).

На крутыхъ косогорахъ откосы дорожного полотна, при указанныхъ выше уклонахъ, часто получаютъ весьма широкими или даже совсѣмъ невыполнимыми. Въ такомъ случаѣ, для поддержанія земляныхъ массъ выемокъ и насыпей, устраиваютъ каменные *подпорныя стѣны* (фиг. 60 и 61).

Эти стѣны устраиваются либо изъ сухой каменной кладки, либо изъ кладки на растворѣ. Внѣшней грани стѣнъ дается отлогость отъ 0,1 до 0,2, а внутренняя грань ихъ дѣлается вертикальною или наклонною; нерѣдко внутренняя грань составляется изъ ряда уступовъ. Толщина подпорныхъ стѣнъ рассчитывается по правиламъ, излагаемымъ въ строительной механикѣ; вообще она колеблется въ предѣлахъ отъ 0,45 до 0,65 высоты стѣнъ, при возведеніи ихъ изъ сухой кладки, и отъ 0,30 до 0,45 высоты стѣнъ, при устройствѣ ихъ изъ кладки на растворѣ.

На участкахъ дороги, пролегающихъ по скалистому грунту, откосамъ выемокъ даютъ очень крутые уклоны (фиг. 63) и не заботятся о правильности вида ихъ. Если скалистый грунтъ слабъ и съ трещинами, то въ выемкахъ удаляютъ мягкія части грунта и оставляютъ твердыя выступающими на поверхности откосовъ. При твердой, невывѣтривающейся скалѣ откосы полотна дѣлаютъ совершенно отвѣсными и даже иногда, для уменьшенія объема выемки, оставляютъ скалу въ видѣ свѣса надъ дорогою (фиг. 64). При вывѣтривающейся скалѣ откосамъ полотна придаютъ уклонъ отъ 3 : 1 до 5 : 1, или же дѣлаютъ ихъ отвѣсными, но одѣваютъ тонкими подпорными стѣнами.

Для защиты поверхности откосовъ отъ поврежденій стекающею по нимъ водою примѣняютъ разные способы, въ зависимости отъ качествъ грунта, ширины откосовъ и мѣстныхъ условій. Самый употребительный способъ защиты поверхности откосовъ состоитъ въ

сплошной выстилкѣ ихъ дерномъ плашмя. Работу эту слѣдуетъ производить въ сырое время года, осенью или весною, чтобы дернъ прижился на укрѣпляемой поверхности. При песчаномъ грунтѣ, для предупрежденія засыханія дерна, поверхность откосовъ, особенно обращенныхъ къ югу, необходимо передъ выстилкой дерномъ покрывать слоемъ растительной земли.

При недостаткѣ дерна, сплошная одерновка нерѣдко замѣняется одерновкой клѣтками въ видѣ ромбовъ, расположенныхъ такъ, чтобы длинная діагональ ихъ была горизонтальна; при этомъ промежутки между полосами дерна засыпаются растительной землей, а верхняя и нижняя бровки откоса укрѣпляются дерновой лентой. При грунтѣ, легко покрывающемся растительностью, поверхность откосовъ засѣвается сѣменами травъ; обсыпка откосовъ черноземомъ представляется мѣрою малополезною.

Очень хорошій способъ укрѣпленія поверхности откосовъ представляетъ замощеніе ихъ камнемъ. Этимъ способомъ укрѣпляются откосы насыпей въ мѣстахъ, затопляемыхъ весенними водами (фиг. 70), а также откосы насыпей изъ сыпучаго песка. Мощеніе дѣлается возможно плотнѣе, безъ подсыпки или съ подсыпкою песка, причемъ промежутки между камнями заполняются мхомъ или черноземомъ.

Откосы насыпей, пролегающихъ по разливамъ рѣкъ, нерѣдко укрѣпляются съ верховой стороны каменною отсыпью на слоѣ хвороста или каменной наброской въ плетняхъ. Каменная отсыпь на слоѣ хвороста часто бываетъ мало-надежна, такъ какъ при сильномъ теченіи она допускаетъ вымываніе грунта изъ насыпи и со временемъ получаетъ неправильный видъ, вслѣдствіе сгниванія и сжатія хвороста; поэтому, вмѣсто каменной отсыпи, лучше примѣнять для укрѣпленія заливаемыхъ откосовъ каменную наброску въ хворостяныхъ плетняхъ, съ предварительной одерновкой поверхности откосовъ и подсыпкой подъ наброску щебня или крупнаго гравія.

31. Обрѣзы, лѣтній путь и полоса отчужденія. Обрѣзы представляютъ запасныя полосы земли по сторонамъ дорожнаго полотна, удовлетворяющія различнымъ назначеніямъ, какъ при постройкѣ дороги, такъ и во время ея эксплуатаціи. При постройкѣ дороги, на обрѣзахъ прокладываютъ временной путь (*временку*), складываютъ камень и другіе строительные матеріалы, мѣстами ссыпаютъ

въ видѣ *отваловъ*, или *кавалеровъ*, землю изъ выемоковъ, остающуюся отъ возведенія насыпей, и выкапываютъ изъ *выбороковъ*, или *резервовъ*, землю, недостающую для устройства насыпей. Во время пользования дорогою, на обрѣзахъ складываются необходимые для ремонта строительные матеріалы, если количество ихъ такъ значительно, что они не помѣщаются на обочинахъ, или если обочины очень узки; кромѣ того, по обрѣзамъ устраиваются объѣздные пути при перестройкѣ дороги или сооружений на ней. Наконецъ, по одному изъ обрѣзовъ иногда проводятъ постоянную грунтовую дорогу, или *лѣтній путь*, назначаемый для движенія легкихъ экипажей въ сухое лѣтнее время.

Кавальерамъ даютъ форму правильно ограниченныхъ кучъ болѣе или менѣе значительной длины (фиг. 65); чтобы не затруднять подъемъ земли, высоту ихъ дѣлаютъ небольшою, около половины средней глубины выемки и не болѣе 0,5 сажени, и принимаютъ одинаковою по всей длинѣ; для удаленія дождевой воды отъ откоса выемки, верхнюю грань кавальера наклоняютъ въ сторону, противоположную выемкѣ. Для облегченія поправокъ откосовъ, въ случаѣ ихъ обвала или сплыва, кавальеры помѣщаютъ въ разстояніи отъ вѣшняго ребра откоса $= 2h + h'$, если h — средняя глубина выемки, а h' — высота кавальера. Для подвозки на обрѣзы ремонтныхъ матеріаловъ, въ кавальерахъ оставляютъ промежутки, или *прочалки*, а для отвода воды, стекающей съ кавальеровъ и частью съ обрѣзовъ, устраиваютъ за кавальерами небольшія канавы.

Резервы располагаются въ разстояніи не менѣе 1,5 сажени отъ нижняго ребра откоса насыпи и вынимаются въ видѣ правильныхъ углубленій; для удобства подъема и измѣренія земли, ихъ роютъ глубиною въ 0,3 сажени и въ рѣдкихъ случаяхъ въ 0,5 саж. При этомъ глубина резервовъ назначается такъ, чтобы дно ихъ лежало не ниже уровня грунтовыхъ водъ и не ниже подошвы той ложбины, въ которую спускается вода изъ боковыхъ канавъ и изъ резервовъ. Для надлежащаго стока воды, попадающей въ резервы, дну ихъ дается поперечный скатъ отъ полотна дороги и продольный уклонъ вдоль дороги. Откосы резервовъ дѣлаются обыкновенно одиночными.

Лѣтній путь проводится, въ видѣ постоянной грунтовой дороги, по одному изъ обрѣзовъ (фиг. 39) и, для устраненія значительныхъ земляныхъ работъ, располагается на самой поверхности земли, по

естественнымъ склонамъ дорожной полосы. На косогорахъ, при входѣ въ селенія и при встрѣчѣ съ крутыми буграми, болотами и рѣчками, онъ прерывается и соединяется съ проѣзжей частью дороги помощью мощеныхъ камнемъ переѣздовъ черезъ канаву (фиг. 66) или помощью вѣздовъ по откосу. При встрѣчѣ съ сухими оврагами или пересыхающими лѣтомъ ручьями, онъ проводится по самой подошвѣ ложбины. Поверхность лѣтняго пути дѣлають односкатной или двускатной и обыкновенно не покрываютъ твердою одеждою. Рядомъ съ лѣтнимъ путемъ, съ внѣшней стороны, часто выкапываютъ канаву для отвода стекающей съ поверхности пути дождевой воды и для огражденія обрѣза отъ запахиванія.

Такой лѣтній путь въ сухое лѣтнее время удобнѣе, покойнѣе и мягче для движенія легкихъ экипажей, нежели проѣзжая часть дороги, покрытая твердой и жесткой одеждою; поэтому крестьяне, проѣзжающіе обыкновенно съ небольшими грузами, на неподкованныхъ лошадахъ и въ телѣгахъ безъ шинъ на колесахъ, направляются въ хорошую погоду всегда по лѣтнему пути. Кромѣ пользы, доставляемой движенію, лѣтній путь, принимая на себя часть проѣзда, облегчаетъ и сберегаетъ проѣзжую часть дороги. Иногда лѣтній путь назначается для прогона стадъ и носить названіе *скотопрогонной дороги*; въ такомъ случаѣ его располагають въ нѣкоторомъ разстояніи отъ главной дороги, чтобы охранить послѣднюю отъ порчи проходящими стадами.

Въ прежнее время помѣщали иногда лѣтній путь рядомъ съ проѣзжей частью дороги, на одной изъ обочинъ, упиравшейся значительно съ этой цѣлью. При такомъ расположеніи лѣтній путь представляетъ большія неудобства: отъ увеличенія ширины выемокъ и насыпей стоимость устройства дороги увеличивается, а отъ натаскиванія грязи въ сырую погоду съ лѣтняго пути на твердую одежду, покрывающую проѣзжую часть, усиливается порча послѣдней и возрастають расходы на ремонтъ дороги; кромѣ того, лѣтній путь, зарастая травой или покрываясь неровностями отъ дѣйствія проѣзда, затрудняетъ стокъ дождевой воды съ проѣзжей части въ канавы. Поэтому теперь никогда не располагають лѣтняго пути рядомъ съ проѣзжей частью дороги на дорожномъ полотнѣ. Вообще, лѣтній путь не представляетъ необходимой принадлежности дороги; на большей части русскихъ шоссеиныхъ дорогъ нѣтъ лѣтнихъ путей.

Ширина обрѣзовъ бываетъ весьма различна въ зависимости отъ условій мѣстности. При проведеніи дороги по узкимъ улицамъ селеній, по весьма дорогимъ землямъ и по гористой мѣстности, ограничиваются очень малой шириной обрѣзовъ, потому что въ первыхъ двухъ случаяхъ отчужденіе земли подъ обрѣзы обходится весьма дорого, а въ послѣднемъ обрѣзы, по самому свойству мѣстности, не приносятъ существенной пользы. Нерѣдко въ этихъ случаяхъ дорога устраивается совсѣмъ безъ обрѣзовъ. Во всѣхъ остальныхъ случаяхъ обрѣзамъ придаютъ ширину болѣе или менѣе значительную, не одинаковую по длинѣ дороги и находящуюся въ зависимости отъ количества земляныхъ работъ по возведенію полотна дороги, точнѣе отъ объема кавальеровъ и резервовъ.

Въ прежнее время на русскихъ казенныхъ шоссе обрѣзамъ давали ширину отъ 7 до 12 сажень; теперь же, при постройкѣ новыхъ шоссе, стараются для уменьшенія пространства, занимаемого подъ нихъ, по возможности ограничить ширину обрѣзовъ до размѣра необходимости и доводятъ ее до 3 сажень безъ лѣтнаго пути и до 4 сажень съ лѣтнимъ путемъ. На казенныхъ шоссеиныхъ дорогахъ Привислянскаго края, построенныхъ въ прежнее время, до 1864 г., совсѣмъ нѣтъ обрѣзовъ.

Пространство, занимаемое подъ дорогу, носить названіе *полосы отчужденія земель*. Ширина этой полосы опредѣляется шириною всѣхъ составныхъ частей дороги въ поперечномъ направленіи и часто принимается одинаковою для всей дороги или для отдѣльныхъ участковъ ея. Въ Россіи для дорогъ большихъ и почтовыхъ сообщеній ширина полосы отчужденія назначена закономъ въ 20 сажень въ открытой мѣстности и въ 30 сажень въ лѣсистыхъ мѣстахъ. Такая ширина полосы отчужденія принята для большей части казенныхъ шоссеиныхъ дорогъ сѣверной и средней части Россіи, построенныхъ въ прежнее время. Циркуляромъ Министерства Путей Сообщенія, отъ 28 мая 1881 года, ширина полосы отчужденія для подъѣздныхъ шоссе назначена переменною по длинѣ дороги, въ зависимости отъ положенія ея: для участковъ шоссе, проходящихъ по самой поверхности земли, ширина отчуждаемой полосы принимается въ 13 саж.; если шоссе проходитъ выемкою или насыпью, которыхъ отмѣтка не больше полусажени, или по кособогу со скатомъ не выше 10°, то ширина отчужденія увеличивается до 20 са-

жень; наконецъ, если шоссе пролегаетъ выемкою или насыпью съ отмѣткою больше полусаженіи, или по кособору со скатомъ свыше 10° , то отчуждаемая полоса доводится до ширины 30 сажень.

На шоссейныхъ дорогахъ, построенныхъ казною съ 1881 года, ширина полосы отчужденія не одинакова: на однихъ шоссе, какъ напримѣръ—Проскурово-Исаковецкое, эта ширина принята переменною по длинѣ дороги и измѣняющеюся, согласно съ постановленіемъ циркуляра, отъ 13 до 30 сажень, а на другихъ шоссе, каковы — Дубно-Ровенское, Колбель-Островское и прочія, она принята постоянною по длинѣ дороги и равною 13 саж. При этомъ какъ на тѣхъ, такъ и на другихъ шоссе допущены сѣуженія полосы отчужденія въ населенныхъ пунктахъ и уширенія ея въ мѣстахъ расположенія очень большихъ выборокъ и отваловъ. При устройствѣ лѣтняго пути на одномъ изъ обрѣзовъ, ширина полосы отчужденія въ 13 сажень иногда оказывается недостаточною, такъ что мѣстами приходится увеличивать ее до 15—17 сажень.

32. Вычисленіе количества земляныхъ работъ. Для вычисленія количества земляныхъ работъ, при устройствѣ дороги, пользуются вычерченнымъ по изысканіямъ продольнымъ профилемъ дорожной линіи и поперечными профилями земной поверхности. Съ этою цѣлью прежде всего вычерчиваютъ продольный профиль оси устраиваемой дороги на чертежѣ продольнаго профиля дорожной линіи (фиг. 2). При этомъ стараются провести ось дороги такъ, чтобы она возможно болѣе примыкала къ дорожной линіи, то есть, чтобы поверхность земляного полотна прилегала возможно ближе къ поверхности земли.

Отклоненія оси отъ дорожной линіи вызываются установленными предѣлами уклоновъ и мѣстными условіями. Такъ, если уклонъ дорожной линіи въ какомъ-либо мѣстѣ выходитъ изъ установленныхъ предѣловъ, то ось въ этомъ мѣстѣ отклоняется отъ нея и проводится съ требуемымъ максимальнымъ или минимальнымъ уклономъ. Если изгибы поверхности земли незначительны, то въ мѣстахъ ломаныхъ участковъ дорожной линіи помѣщаютъ прямые участки оси, придавая имъ такое положеніе, чтобъ дорога шла нѣсколько больше насыпью, чѣмъ выемкою (фиг. 67). Чтобы поверхность земляного полотна не заливалась и не напитывалась водою, ее необходимо

возвышать надъ поверхностью земли въ мѣстахъ затопляемыхъ водою и болотистыхъ. Въ мѣстахъ затопляемыхъ поверхность полотна поднимаютъ на 0,5 сажени надъ уровнемъ наивысшихъ весеннихъ водъ, въ мѣстахъ болотистыхъ ее возвышаютъ по крайней мѣрѣ на 0,3 сажени надъ поверхностью земли. При встрѣчахъ дороги съ рѣками, поверхность дороги также приходится поднимать надъ поверхностью земли для подхода къ мостамъ, получающимъ возвышеніе по требованіямъ судоходства. Соотвѣтственно съ этимъ, ось дороги въ такихъ мѣстахъ проводится выше дорожной линіи.

Вычертивъ такимъ образомъ продольный профиль оси дороги, опредѣляютъ измѣреніемъ и вычисленіемъ высоты точекъ оси, соотвѣтствующихъ главнымъ и промежуточнымъ пикетнымъ точкамъ дорожной линіи. Числа этихъ высотъ надписываются (фиг. 2) рядомъ съ числами нивелировочныхъ высотъ, на вертикаляхъ; затѣмъ, на вертикаляхъ же надписываются разности между первыми и вторыми числами, называемыя *красными отмѣтками* и выражающія высоты насыпей и глубины выемокъ. Вмѣстѣ съ этимъ опредѣляется положеніе точекъ оси, имѣющихъ красную отмѣтку 0; точки эти вводятся какъ новыя промежуточныя, а разстоянія ихъ до пикетныхъ точекъ надписываются на чертежѣ.

Далѣе составляютъ по условіямъ, указаннымъ въ предыдущихъ параграфахъ этого отдѣла (26—31), *нормальный*, или *основной*, *поперечный профиль* дороги (фиг. 68). Наконецъ, для тѣхъ точекъ дорожной линіи, въ которыхъ производилась поперечная нивелировка, на ранѣе вычерченныхъ поперечныхъ профиляхъ земной поверхности (фиг. 69) откладываются по масштабу длины красныхъ отмѣтокъ и наносятся по составленному основному профилю дороги поперечные профили земляного полотна.

Продольный профиль дорожной оси и поперечные профили земляного полотна даютъ возможность вычислить количество земляныхъ работъ для проведенія дороги. Это количество опредѣляется двумя элементами: во-первыхъ, объемомъ выемокъ и насыпей, во-вторыхъ, дальностью перевозки грунта при устройствѣ полотна.

Вычисленіе объемовъ дѣлается отдѣльно между каждымъ двумя пикетными точками дорожной линіи, слѣдующими одна за другою. Для этого, сначала въ каждой пикетной точкѣ опредѣляютъ величину площади выемки или насыпи; въ точкахъ, для которыхъ со-

ставлены чертежи поперечныхъ профилей, это дѣлають по чертежамъ, а въ остальныхъ точкахъ — по краснымъ отмѣткамъ, пользуясь вспомогательною таблицею, которая составляется напередъ по принятому за типъ поперечному профилю и даетъ величину площадей выемокъ или насыпей по глубинѣ или высотѣ ихъ. Затѣмъ, по площадямъ профилей и разстояніямъ между ними вычисляютъ объемы выемокъ и насыпей.

Послѣ вычисленія объемовъ соображаютъ, откуда выгоднѣе взять землю для насыпей и куда перемѣстить землю изъ выемокъ. Чаше всего землю выемокъ пользуют для образованія насыпей, но иногда бываетъ выгодно часть этой земли ссыпать у выемки на обрѣзахъ, въ видѣ кавальеровъ, а для насыпи взять часть земли изъ резервовъ на смежныхъ обрѣзахъ; къ этому же способу устройства земляного полотна приходится обращаться при неравенствѣ объемовъ выемокъ и насыпей. Предѣлъ дальности перевозки земли изъ выемки въ насыпь получается изъ сравненія стоимости этой перевозки со стоимостью перемѣщенія земли изъ выемки въ кавальеръ и изъ резерва въ насыпь.

По назначеніи способа производства выемокъ и насыпей, опредѣляютъ приблизительно центры тяжести перемѣщаемыхъ массъ и по горизонтальнымъ и вертикальнымъ разстояніямъ между ними находятъ дальность перемѣщенія грунта. Положеніе центровъ тяжести проще всего опредѣляютъ графически по чертежу продольнаго профиля.

При опредѣленіи дальности перемѣщенія грунта, уклоны подъемовъ не болѣе 0,03 и уклоны спусковъ не выше 0,06 не принимаются во вниманіе, такъ какъ они не затрудняютъ существенно работу. При болѣшихъ уклонахъ на подъемахъ и спускахъ, вліяніе ихъ вводятъ въ расчетъ тѣмъ, что за каждую сажень вертикальнаго разстоянія прибавляютъ 12 сажень длины къ соотвѣстственному горизонтальному разстоянію и полученную сумму принимаютъ за дальность перемѣщенія.

По мѣрѣ вычисленія количества земляныхъ работъ, составляется вѣдомость ихъ въ видѣ таблицы, въ отдѣльныхъ графахъ которой помѣщаютъ послѣдовательно: нумера главныхъ и промежуточныхъ пикетовъ, красныя отмѣтки пикетныхъ точекъ, разстоянія между ними, площади поперечныхъ профилей, объемы выемокъ и насыпей между

каждыми двумя сосѣдными профилями, объемы земли изъ выемки, поступающей на насыпь, объемы земли, ссыпаемой въ кавальеры, объемы земли, берущейся изъ резервовъ, дальности перемѣщенія земли, качество грунта и поясненія. Въ концѣ этой вѣдомости дѣлается общій сводъ, въ которомъ помѣщаются суммы объемовъ земли, перемѣщаемой для устройства выемокъ и насыпей въ различныхъ грунтахъ, и соответствующія этимъ суммамъ дальности перемѣщенія.

По способу перемѣщенія грунта земляныя работы раздѣляются на работы тачешной и конной возки. Тачешная возка выгодна для короткихъ разстояній (до 50 сажень), конная—для дальнихъ. Относительная выгодность той и другой возки зависитъ отъ соотношенія между цѣнами на землекопа и на подводу, а сверхъ того отъ мѣстныхъ и климатическихъ условій.

33. Устройство земляного полотна дороги въ различныхъ условіяхъ мѣстности. При сооруженіи земляного полотна дороги, болѣе всего затрудненій представляютъ участки, пролегающіе по мокрой и болотистой мѣстности. Поэтому обыкновенно стараются не проводить дороги по такой мѣстности, но иногда оказывается неудобнымъ и даже невозможнымъ обойти мокрое или болотистое пространство. Въ такомъ случаѣ прежде всего принимаютъ мѣры для осушенія полосы земли, отчуждаемой подъ дорогу. Съ этою цѣлью, въ болотистой мѣстности, по обѣимъ сторонамъ дорожной линіи прокапываютъ, въ разстояніи отъ 2 до 3 сажень отъ будущаго полотна дороги, рвы, шириною около 1,5 саж., съ уклономъ, направленнымъ къ ближайшимъ ложбинамъ, и со спускомъ воды, сообразованнымъ съ мѣстными условіями. Полосу земли, огражденную рвами, перерѣзываютъ поперечными канавками отъ полотна дороги ко рвамъ, на разстояніи около 25 саж. одна отъ другой (фиг. 71).

Въ мокрыхъ или слабо-болотистыхъ мѣстахъ этотъ способъ даетъ удовлетворительные результаты, но въ топкихъ, глубокихъ болотахъ устройствомъ рвовъ часто бываетъ невозможно достигнуть осушенія дорожной полосы.

При пересѣченіи болотъ, дорога всегда располагается на насыпи, высота которой соразмѣряется со способностью болота выдерживать нагрузку. Къ возведенію насыпи приступаютъ по истеченіи года или болѣе послѣ устройства рвовъ. Если въ теченіе этого

времени рвы не произведут осушенія дорожной полосы, то для обезпеченія устойчивости насыпи прибѣгаютъ къ различнымъ средствамъ, родъ которыхъ зависитъ отъ состава и глубины болота.

Болота, въ отношеніи ихъ состава, можно раздѣлить на два рода: а) *моховыя*, состоящія изъ болотной массы, плотность которой постепенно увеличивается съ поверхности до дна болота, и б) *торфяныя*, покрытыя плотной корой перегной и болотныхъ растеній, подъ которой на болѣе или менѣе значительную глубину, до самаго дна болота, расположена жидкая или весьма слабая болотная масса.

На моховомъ болотѣ подошву земляного полотна расширяютъ, придавая откосамъ пологіе уклоны, и кладутъ подъ полотно, поперекъ дороги, слой хворосту или мелкаго лѣса. Чтобы устранить выпучиваніе болота возлѣ полотна, съ обѣихъ сторонъ насыпи устраиваютъ банкеты А (фиг. 72).

На торфяномъ болотѣ устройство земляного полотна сообразуется съ толщиной и плотностью коры. Если кора толста и плотна, то насыпь располагаютъ непосредственно на ней, упирая по возможности подошву полотна. При недостаточной плотности коры, для предупрежденія провала земляного полотна въ болото, насыпь возводятъ на фашинномъ основаніи (фиг. 73); иногда вмѣсто фашинъ, подъ насыпь кладутъ нѣсколько слоевъ дерна, расположенныхъ въ перевязку, или деревянный ростверкъ (фиг. 74). При такомъ устройствѣ полотна, насыпь является какъ-бы плавающей въ болотѣ на фашинномъ, дерновомъ или деревянномъ основаніи, вслѣдствіе чего она получаетъ нѣкоторую упругость, которая впрочемъ не представляетъ неудобства на обыкновенныхъ дорогахъ. Необходимо однако замѣтить, что искусственныя основанія для насыпей имѣютъ существенные недостатки: устройство этихъ основаній обходится очень дорого, а присутствіе ихъ задерживаетъ на долгое время осадку полотна.

Если кора болота тонка и слаба, то она не выдерживаетъ вѣса насыпи и разрывается подъ ея подошвой, причемъ земляное полотно проваливается въ болото; поэтому, на болотахъ съ тонкой и слабой корой прибѣгаютъ къ инымъ средствамъ проложенія полотна. При небольшой глубинѣ болота, на днѣ осушительныхъ рововъ роютъ канавы такой глубины, чтобы дно ихъ было расположено на твер-

домъ грунтѣ, засыпають эти канавы хорошей, нераспускающейся въ водѣ землей и затѣмъ возводятъ насыпь (фиг. 75). Земля, насыпанная въ канавы, препятствуетъ выжиманію мягкой болотной массы изъ-подъ насыпи въ сторону, и слѣдствіемъ этого является равномерная осадка земляного полотна и уплотненіе болотной массы подъ нимъ. Если болото съ слабой корой очень глубоко, то стараются прорвать кору и основать насыпь на днѣ болота; для этого по направлению дороги насыпають, по возможности скорѣе, значительное количество грунта, вслѣдствіе чего кора болота подъ насыпью разрывается и грунтъ опускается до дна болота. Чтобы придать земляному полотну надлежащіе размѣры, послѣ разрыва коры насыпку грунта продолжают до тѣхъ поръ, пока насыпь не перестанетъ замѣтно осѣдать и не получить надлежащей высоты, ширины и откосовъ (фиг. 76).

Такъ какъ земляное полотно, проведенное по болотистой мѣстности, вслѣдствіе сжатія болотныхъ грунтовъ, обыкновенно опускается съ теченіемъ времени, то насыпямъ на болотахъ необходимо придавать при устройствѣ нѣкоторый излишекъ высоты, сравнительно съ проектомъ. Этотъ излишекъ опредѣляется по соображенію съ предполагаемой осадкой насыпи и ни въ какомъ случаѣ не долженъ быть меньше этой осадки.

Болотная мягкая земля не употребляется для возведенія насыпей, но высохшій торфъ или илъ можетъ служить для устройства нижнихъ слоевъ земляного полотна; для верхнихъ же слоевъ, во всякомъ случаѣ, необходимо подвозить землю съ возвышенныхъ мѣстъ.

При проведеніи земляного полотна по мѣстности, затопляемой весенними водами, подводная часть насыпи нерѣдко укрѣпляется фашинной кладкой (фиг. 77). Въ случаяхъ, когда, вслѣдствіе растворимости грунта или значительной скорости теченія воды, придется ожидать подмывовъ полотна, укрѣпляютъ насыпь призмами изъ накидныхъ камней (фиг. 78).

Приступая къ сооруженію земляного полотна дороги на мѣстности, не имѣющей болотистаго характера, готовятъ прежде всего дорожную полосу къ производству земляныхъ работъ. Въ мѣстахъ, покрытыхъ лѣсными зарослями, деревья и кустарники вырубаютъ по всей дорожной полосѣ и иногда выкорчевываютъ пни. Кор-

чеваніе необходимо только для насыпей высотой менѣе 0,4 саж.; при возведеніи же болѣе высокихъ насыпей можно и не корчевать пней, потому что подъ толстымъ слоемъ земли они гніють весьма медленно. Затѣмъ выкапываютъ всѣ предположенныя по проекту отводныя канавы, чтобы работамъ не мѣшала дождевая вода. Наконецъ съ мѣстъ, назначенныхъ подъ выемки, снимается и складывается на сторонѣ дернъ, употребляемый впослѣдствіи для обдѣлки откосовъ.

При возведеніи насыпей необходимо заботиться о томъ, чтобы осадка ихъ послѣ устройства была по возможности меньше и равномернѣе, потому что, при значительной и неравномерной осадкѣ полотна, въ твердой одеждѣ, которою покрываютъ поверхность дороги, происходятъ перемѣщенія составныхъ частей, вслѣдствіе чего одежда теряетъ плотность и сцепленіе, а поверхность дороги дѣлается неровною и неправильною. Чтобы сдѣлать насыпи возможно болѣе плотными и устойчивыми, ихъ ведутъ горизонтальными слоями, толщиной около 0,15 — 0,25 саж.; для устраненія неравномерной осадки, къ насыпкѣ каждаго слоя грунта приступаютъ не раньше, какъ по окончаніи нижележащаго слоя по всей ширинѣ полотна. Съ тою же цѣлью всѣ значительныя ямы и углубленія на поверхности земли предварительно засыпаются грунтомъ и эти засыпки утрамбовываются. Перевозка грунта производится въ тачкахъ людьми или въ телѣгахъ лошадьми, причемъ ее располагаютъ такъ, чтобы движеніе тачекъ и телѣгъ по воздвигаемымъ насыпямъ способствовало уплотненію слоевъ насыпаемаго грунта.

Материаломъ для возведенія насыпей могутъ служить почти всѣ роды грунтовъ. Слѣдуетъ избѣгать употребленія известковаго и мергельнаго грунтовъ, которые обладаютъ способностью сильно всасывать воду, растворяться въ ней и пучиться отъ дѣйствія влажности и мороза; грунты эти весьма вредны для прочности дороги и служатъ причиною образованія на дорогѣ пучинъ. Къ числу не вполне удобныхъ для насыпей грунтовъ можно отнести также и сыпучій песокъ, который, не имѣя достаточной связи между частицами, размывается водою и разносится вѣтромъ. Если по мѣстнымъ условіямъ приходится возводить насыпи изъ сыпучаго песка, то откосы земляного полотна либо обкладываютъ слоемъ хорошаго грунта или дерномъ, либо замазываютъ камнемъ.

Выемки производятся, подобно насыпямъ, горизонтальными слоями, причемъ работы располагають такъ, чтобы дождевая вода, падающая въ выемку, имѣла постоянно свободный стокъ. При устройствѣ выемокъ нужно внимательно слѣдить за тѣмъ, чтобы не было вынуто грунта больше, чѣмъ требуется, потому что свѣжія присыпки земли плохо связываются съ плотнымъ грунтомъ. Въ случаѣ устройства выемки въ известковомъ, мергельномъ или сыпуче-песчаномъ грунтахъ, верхній слой земляного полотна, толщиною не менѣе 0,15 сажени, снимають и замѣняютъ хорошимъ грунтомъ.



IV.

Дорожные одежды.

34. Обдѣлка проѣзжей части дороги твердою одеждою. Состоящая изъ обыкновеннаго грунта и необдѣланная твердымъ матеріаломъ дорога обладаетъ столь малымъ сопротивленіемъ дѣйствию проѣзда, что даже легкіе экипажи, особенно въ мокрую погоду, вдавливаются въ нее колесами и образуютъ глубокія колеи, причемъ проѣзжая часть дороги теряетъ приданную ей правильную и гладкую форму поверхности, стокъ воды съ нея затрудняется и дорога въ короткое время дѣлается совершенно неудобною для проѣзда. Для сохраненія приданной проѣзжей части формы поверхности, для увеличенія естественнаго сопротивленія дороги дѣйствию проѣзда и для облегченія происходящаго по дорогѣ движенія экипажей, поверхность дороги, или по крайней мѣрѣ проѣзжую часть ея, необходимо обдѣлывать твердою одеждою, составляющею весьма важный элементъ всякой искусственной дороги.

Сообразно съ ея назначеніемъ, дорожная одежда должна удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

- 1) она должна обладать достаточнымъ сопротивленіемъ, чтобы давленіе отдѣльныхъ колесъ, не прорѣзывая ея, передавалось земляному полотну;
- 2) она должна быть такъ плотна, чтобы дождевая вода не проникала черезъ нее и не размягчала земляного полотна;
- 3) она должна состоять изъ матеріала такой твердости и крѣпости, чтобы изнашиваніе ея отъ дѣйствія проѣзда происходило медленно и равномерно, и
- 4) она должна быть такъ устроена, чтобы сопротивленіе экипажей силѣ тяги упряжныхъ животныхъ, при движеніи по дорогѣ, было возможно меньше.

Для возможнаго уменьшенія величины сопротивленія экипажей необходимо: а) чтобы дорожная одежда была тверда, до нѣкоторой степени упруга и лежала на прочномъ, несжимаемомъ грунтѣ; б) чтобы составныя части ея были хорошо соединены между собою, и в) чтобы поверхность ея представляла возможно меньше выступовъ и углубленій, была ровна и гладка.

Матеріалами для устройства дорожныхъ одеждъ служатъ главнымъ образомъ твердыя каменные породы, встрѣчающіяся въ природѣ. Впрочемъ, часто дорожныя одежды устраиваются изъ другихъ матеріаловъ, а именно: изъ искусственныхъ камней, дерева, асфальта и чугуна. Кромѣ того, во многихъ случаяхъ, для устройства дорожныхъ одеждъ, какъ вспомогательные матеріалы, употребляются песокъ, цементъ, смола и креозоть.

По роду матеріаловъ и способу употребленія ихъ, дорожныя одежды раздѣляются на слѣдующіе виды: *щебеночная одежда, каменная мостовая, деревянная мостовая, асфальтовая мостовая и чугунная мостовая.*

Дороги, покрытыя щебеночной одеждой, носятъ названіе *шоссе, шоссейныхъ или шоссированныхъ дорогъ*; дороги, покрытыя одеждami другихъ видовъ, называются обыкновенно *мощеными дорогами* или *мостовыми*. Часто, впрочемъ, подъ названіемъ шоссе разумѣютъ не только дороги со щебеночной одеждой на проѣзжей части, но и дороги, обдѣланныя каменною мостовою.

а) Щебеночная одежда.

35. Опредѣленіе. Для устройства щебеночной одежды проѣзжую часть дороги покрываютъ слоемъ мелкихъ кусковъ твердаго камня, или *щебенокъ*, сплавляемыхъ затѣмъ въ плотную кору. Этотъ слой такъ устраивается и поддерживается, что колеса экипажей не могутъ его прорѣзывать и проникать до особаго *основанія*, если такое имѣется, или до грунта, если слой щебенокъ расположенъ непосредственно на земляномъ полотнѣ.

Какъ ни проста эта основная идея, но для устройства хорошей щебеночной одежды требуется немало знанія и опытности. Насыпать на поверхность дороги слой щебня не значитъ еще устроить шоссе; щебень для укрѣпленія дорогъ сыплоть на ихъ поверхность уже

въ теченіи нѣсколькихъ столѣтій, а между тѣмъ лишь съ конца восемнадцатаго вѣка дороги, укрѣпленныя щебнемъ, стали удобными для проѣзда. Было время, когда изслѣдованіемъ вопроса о рациональнѣйшемъ устройствѣ шоссейныхъ дорогъ усердно занимались выдающіеся инженеры; только благодаря трудамъ ихъ, намъ извѣстны теперь правильные способы устройства щебеночной одежды, обезпечивающіе исправное и удобное для проѣзда состояніе дорогъ.

Въ настоящее время существуетъ два типа щебеночной одежды: 1) щебеночная одежда безъ каменнаго основанія и 2) щебеночная одежда съ каменнымъ основаніемъ.

Каждый изъ этихъ типовъ представляетъ свои достоинства и недостатки, которыми и опредѣляется большая или меньшая примѣнимость того и другого при опредѣленныхъ мѣстныхъ условіяхъ, каковы—положеніе дороги, родъ проѣзда, свойства грунта и качества каменнаго матеріала. Необходимо впрочемъ замѣтить, что на выборъ того или другого типа щебеночной одежды, кромѣ мѣстныхъ условій, имѣютъ обыкновенно вліяніе установившійся обычай и правительственныя постановленія. Первый типъ щебеночной одежды вошелъ въ употребленіе главнымъ образомъ въ Россіи, Франціи и Англіи, а второй типъ—въ Германіи и Австріи.

Прежде чѣмъ перейти къ описанію этихъ типовъ, приведемъ нѣсколько историческихъ свѣдѣній о развитіи устройства щебеночной одежды.

36. Краткій очеркъ развитія устройства щебеночной одежды.

Еще до Рождества Христова и въ первыя столѣтія нашей эры римляне употребляли для покрытія дорогъ щебеночную одежду особаго рода. Одежда древне-римскихъ дорогъ, соединявшихъ тогда Римъ съ провинціями и назначавшихся главнымъ образомъ для свободнаго передвиженія войскъ, устраивалась вообще весьма солидно, о чемъ свидѣлствуютъ какъ сохранившіеся до настоящаго времени остатки этихъ дорогъ, такъ и дошедшія до насъ описанія ихъ устройства.

Большею частью одежда древне-римскихъ дорогъ имѣла видъ каменной мостовой, но нерѣдко она устраивалась и изъ щебня. Такъ, на дорогѣ между нынѣшними городами Триромъ и Мецомъ, на правомъ берегу Мозеля, одежда состояла изъ четырехъ слоевъ:

нижняго основного слоя (фиг. 79), сложенного на известковомъ растворѣ изъ плитъ известняка, толщиною около 10 дюймовъ, второго слоя изъ плотно-утрамбованной глины, толщиною въ 4 дюйма, третьяго слоя изъ крупнаго известняковаго щебня на известковомъ растворѣ, толщиною около 18 дюймовъ, и верхняго слоя изъ хряща на известковомъ растворѣ, толщиною въ срединѣ 12 дюймовъ, а по краямъ около 8 дюймовъ. Слой глины назначался очевидно для того, чтобы помѣшать прониканію грунтовой воды въ верхнюю часть одежды и предупредить поврежденіе верхнихъ слоевъ отъ замерзанія этой воды. На другихъ дорогахъ устройство щебеночной одежды было нѣсколько иное, но повсюду она отличалась двумя особенностями: достигала толщины около полусаженіи и дѣлалась изъ каменнаго матеріала на известковомъ растворѣ, такъ что представляла изъ себя какъ-бы настоящую, основательно сложенную горизонтальную стѣну.

Такая солидность дорожной одежды кажется чрезмѣрною и даже странною, особенно если обратить вниманіе на то, что римскія дороги того времени подвергались дѣйствию проѣзда совершенно незначительной грузности сравнительно съ дорогами нашего времени. Трудно допустить, чтобы древніе римляне, при сравнительно высокомъ развитіи у нихъ строительной техники, не умѣли сообразовать солидность дорожной обдѣлки съ грузностью проѣзда; болѣе правильнымъ представляется предположеніе, что они придавали дорожной одеждѣ весьма большую толщину и крѣпость не по грузности проѣзда, а для того, чтобы сдѣлать невозможнымъ или, по крайней мѣрѣ, весьма труднымъ умышленное разрушеніе дорогъ, во время войнъ или возмущеній. Въ наше время толщина щебеночной одежды доводится до наименьшаго размѣра, требуемаго условіемъ прочнаго и продолжительнаго сопротивленія проѣзду, и признается излишнимъ употребленіе известковаго раствора для соединенія частей каменнаго матеріала, входящаго въ составъ одежды.

Средніе вѣка были временемъ полнаго упадка дорожнаго строительства. Дороги той эпохи были въ очень дурномъ состояніи; описанія ихъ устройства не встрѣчается въ сочиненіяхъ очевидцевъ; ни малѣйшихъ остатковъ этихъ дорогъ не сохранилось до нашего времени. Достовѣрно извѣстно, что въ Западной Европѣ въ XVI и XVII столѣтіяхъ, для укрѣпленія дорогъ, насыпали на

поверхность ихъ щебень и гравій, но что эти насыпки щебня не предохраняли дорогъ отъ скорого разстройства и что обыкновенное состояніе ихъ представляло весьма мало удобствъ проѣзду.

Въ XVIII вѣкѣ во Франціи щебеночная одежда устраивалась слѣдующимъ образомъ: по срединѣ дорожнаго полотна вырывалось въ землѣ продольное *корыто* (фиг. 80), въ 2,5 сажени шириною и въ 12 дюймовъ глубиною; на горизонтальномъ днѣ этого корыта укладывался одинъ или два ряда грубо-околотого плитнаго камня *AB*; затѣмъ у краевъ корыта располагались такъ называемые *бордюры*, то есть ряды крупныхъ камней *C* и *D*, которыхъ верхняя грань совпадала съ поверхностью дороги; эти бордюры обозначали разомъ и предѣльные линіи одежды и уровень ея поверхности. Остальное пространство вырытаго корыта заполнялось щебнемъ, который предварительно сортировался и затѣмъ насыпался между бордюрами такъ, чтобы самыя крупныя щебенки лежали внизу, а самыя мелкія—сверху. Толщина одежды составляла по срединѣ не менѣе 18, а по краямъ не менѣе 12 дюймовъ, но часто бывала значительно больше.

Такая толщина одежды была въ то время болѣе или менѣе необходима, потому что дороги исправлялись лишь весною и осенью, посредствомъ первобытной натуральной повинности (*corvée*). Однако эта толщина не спасала щебеночную одежду отъ разстройства и шоссейныя дороги того времени были весьма неудовлетворительны. Колеи существовали на нихъ постоянно, потому что колеса первыхъ экипажей, проѣзжавшихъ по толстому слою рыхлаго щебня, оставляли слѣдъ, по которому направлялись затѣмъ другіе экипажи. Хотя образовавшіяся колеи по-временамъ засыпались щебнемъ, но экипажи избѣгали свѣжихъ насыпокъ, проходили возлѣ нихъ и скоро прорѣзывали новыя колеи. Съ другой стороны, дождевая вода застаивалась въ колеяхъ и размягчала дно ихъ, а сверхъ того проникала, какъ черезъ рѣшето, сквозь остальную часть несплотившейся щебеночной одежды. Нижніе плитные камни, даже въ томъ случаѣ, если они были уложены съ большимъ стараніемъ, выходили изъ горизонтальнаго положенія и погружались въ размягченный грунтъ, такъ что одежда скоро совершенно разстраивалась. Разстройство еще ускорялось присутствіемъ бордюровъ, которые, изнашиваясь менѣе щебеночнаго слоя, образовали на поверхности

дороги выступы, препятствовавшіе какъ поперечному стоку воды, такъ и переѣзду повозокъ съ проѣзжей части на обочины, и обратно.

Отмѣна первобытной натуральной повинности во Франціи въ 1764 году побудила ввести постоянный ремонтъ шоссейныхъ дорогъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ уменьшить толщину щебеночной одежды и измѣнить ея устройство. Переустройство и улучшение щебеночной одежды въ такомъ направленіи было предложено *Трезаге (Trésaguet)*, главнымъ инженеромъ Лиможскаго округа. Этотъ инженеръ первый серьезно изслѣдовалъ вопросъ объ устройствѣ шоссейныхъ дорогъ и описалъ результаты своихъ трудовъ въ мемуарѣ, изданномъ 130 лѣтъ тому назадъ, въ 1775 году.

Основываясь на томъ, что при непрерывныхъ починкахъ дороги толщина щебеночной одежды можетъ быть доведена до размѣра, необходимаго для противодѣйствія давленію колесъ самыхъ тяжелыхъ повозокъ, Трезаге предложилъ уменьшить толщину одежды до 10 дюймовъ по всей ширинѣ и придать ей при этомъ слѣдующее устройство (фиг. 81). Въ земляномъ полотнѣ дороги вырывалось продольное корыто, шириною въ 2,5 сажени и глубиною въ 10 дюймовъ; дно этого корыта отдѣлялось выпуклой цилиндрической поверхностью, параллельною поверхности самаго шоссе, а бока ограничивались откосами, наклоненными подъ угломъ около 20° къ вертикали. По краямъ приготовленнаго корыта укладывались бордюры изъ камней, расположенныхъ такимъ образомъ, что вся ихъ поверхность, за исключеніемъ верхняго ребра, была покрыта щебнемъ. Затѣмъ, дно корыта выстилалось слоемъ небольшихъ камней, имѣвшихъ приблизительно одинаковую высоту, около 4 дюймовъ, и положенныхъ на ребро. Этотъ слой камней, представлявшій грубую мостовую, утрамбовывался, и потомъ на поверхность его насыпалось два слоя щебня, каждый толщиною въ 3 дюйма; нижній слой составлялся изъ щебенки средней величины, верхній—изъ щебенки величиною въ грецкій орѣхъ.

На щебень для послѣдняго слоя употреблялся самый крѣпкій каменный матеріалъ, доставлявшійся часто изъ далекихъ карьеровъ. Трезаге предлагалъ относиться съ большимъ вниманіемъ къ выбору крѣпкаго каменнаго матеріала для этого слоя и не особенно заботиться о качествахъ камня или булыжника, употребляемаго на остальные слои, такъ какъ прочность одежды зависитъ только отъ крѣ-

пости и сохранности верхняго слоя. Стрѣла выпуклости принималась въ 6 дюймовъ (въ $\frac{1}{35}$ ширины одежды), какъ на горизонтальныхъ участкахъ, такъ и на уклонахъ.

Трезаге устроилъ подобную щебеночную одежду на нѣсколькихъ дорогахъ и для поддержанія ея ввелъ тщательный непрерывный ремонтъ. Результатомъ явилось то, что дороги эти со щебеночной одеждой, состоявшей большею частью изъ слабаго известковаго матеріала, выдерживали въ теченіе 10 лѣтъ, при непрерывномъ ремонтѣ, весьма сильный проѣздъ, оставаясь все время столь же удобными для движенія и столь же красивыми, какъ при первоначальномъ устройствѣ. Такой блестящій результатъ доставилъ Трезаге широкую извѣстность и побудилъ признать предложенный имъ способъ устройства шоссе рациональнымъ.

Въ началѣ прошлаго столѣтія описанный способъ устройства щебеночной одежды вошелъ въ общее употребленіе не только во Франціи, но и въ другихъ государствахъ Европы. При разныхъ условіяхъ этотъ способъ примѣнялся въ общемъ безъ измѣненій, и только въ частностяхъ отъ него дѣлались отступленія: подъ слой камней, положенныхъ на ребро, укладывали при слабыхъ грунтахъ слой камней плашмя, что увеличивало толщину одежды; при скалистомъ грунтѣ одежду устраивали только изъ щебня, безъ нижняго слоя камней; стрѣлу выпуклости увеличивали и доводили до $\frac{1}{25}$ и иногда даже до $\frac{1}{20}$ ширины одежды.

Однако указаніе Трезаге на необходимость тщательныхъ и безпрестанныхъ исправленій щебеночной одежды было съ теченіемъ времени позабыто, и ремонтъ французскихъ шоссе во второе десятилѣтіе истекшаго вѣка сталъ очень неисправнымъ. Весь щебень употреблялся въ дѣло осенью, такъ что въ теченіе зимы и весны шоссе оставались безъ матеріала для заделки происходившихъ поврежденій; на ремонтъ шоссе допускался щебень очень крупный и не очищенный отъ землистыхъ частей; ни пыль, ни грязь не считались почти никогда съ поверхности шоссе, и щебень часто насыпался въ выбоины одежды, до верху наполненные грязью. Вслѣдствіе такихъ неисправностей въ ремонтѣ, къ 1820 году французскія шоссе пришли въ весьма дурное состояніе, давшее поводъ къ невѣрнымъ соображеніямъ о неудовлетворительности предложеннаго Трезаге способа устройства щебеночной одежды.

Англійскія шоссейныя дороги были около этого времени также въ очень дурномъ состояніи. Наиболѣе оживленныя и вслѣдствіе того наиболѣе разстроенныя изъ этихъ дорогъ были приведены въ порядокъ въ 1820 году инженеромъ *Макъ-Адамомъ* (*Mac-Adam*), который перестроилъ щебеночную одежду ихъ новымъ способомъ. Идея, положенная Макъ-Адамомъ въ основаніе этого способа, выражена имъ слѣдующими словами:

«Если вѣрно, что исправность шоссе зависитъ существенно отъ сохранности верхняго слоя щебня; если вѣрно, что, по разрушеніи этого слоя, шоссе скоро дѣлается неудобнымъ для проѣзда, потому что колеса, проникая въ промежутки между крупными щебенками или небольшими камнями нижнихъ слоевъ, разстраиваютъ и разрушаютъ щебеночную одежду окончательно,—не естественно ли думать, что нижніе слои крупнаго щебня и камней почти бесполезны и что ихъ можно было бы уничтожить, а вмѣсто того увеличить толщину верхняго слоя изъ мелкаго щебня и приложить больше старанія къ устройству этого слоя, который образовалъ бы тогда одинъ дорожную одежду?»

Проводя эту идею на практикѣ, Макъ-Адамъ держался, при устройствѣ щебеночной одежды (фиг. 82), слѣдующихъ правилъ:

1) Нѣтъ пужды выкапывать въ земляномъ полотнѣ продольное корыто для насыпки щебня; напротивъ того, необходимо поднимать, на сколько возможно, ту поверхность земли, на которой располагается щебеночная одежда, чтобы вода легко стекала въ стороны и основаніе одежды оставалось сухимъ.

2) Щебень долженъ состоять изъ щебеноек приблизительно одинаковаго объема и притомъ такой величины, чтобы вѣсъ ихъ не превосходилъ $\frac{1}{3}$ фунта.

3) Щебень слѣдуетъ сортировать съ большимъ стараніемъ и совершенно очищать отъ примѣсей порошкообразныхъ, землистыхъ, мѣловыхъ и глинистыхъ. Только полученный бойкою и угловатый щебень способенъ сплотняться въ твердую одежду; поэтому естественный гравій, въ особенности состоящій изъ округленныхъ камешковъ, не слѣдуетъ брать на устройство дорожной одежды.

4) Разсыпку щебня слѣдуетъ производить нѣсколькими слоями, не подмѣшивая при этомъ къ щебню никакого мелкаго скѣпляющаго матеріала. Толщина одежды въ 10 дюймовъ достаточна даже

при самых дурных грунтах и каменное основаніе во всякомъ случаѣ бесполезно.

5) Существенно необходимою особенностью хорошаго шоссе представляется водонепроницаемость щебеночной одежды. Тяжесть экипажа выдерживается въ концѣ концовъ грунтомъ и естественный грунтъ, пока онъ сухъ, не вдавливается подъ давленіемъ колесъ; поэтому слѣдуетъ заботиться о поддержаніи грунта въ сухомъ состояніи, одѣвая его непроницаемымъ для воды покрываломъ, — щебеночной одеждой.

Шосейныя дороги, порученныя Макъ-Адаму, были покрыты щебеночной одеждой значительной толщины, состоявшей изъ щебеноекъ и камней различной величины, набросанныхъ кое-какъ; это нагроможденіе каменныхъ матеріаловъ представляло поверхность неровную и зубчатую, а сверхъ того было такъ непрочно, что дороги часто разстраивались. Макъ-Адамъ приказалъ разобрать каменную массу, покрывавшую проѣзжую часть дорогъ, и разбить камни и крупныя щебенки въ щебень средней крупности; пользуясь добытымъ такимъ образомъ щебнемъ, онъ съ небольшими расходами перестроилъ шоссе по изложеннымъ выше правиламъ и затѣмъ установилъ для поддержанія ихъ въ исправности правильный непрерывный ремонтъ. Въ теченіе короткаго времени очень дурныя дороги превратились въ прекрасныя, очень ровныя и гладкія шоссе, доставившія Макъ-Адаму большую извѣстность.

Макъ-Адаму же слѣдуетъ поставить въ заслугу уменьшеніе выпуклости шоссе. При слабой выпуклости шоссе, введенной имъ въ практику, движеніе стало распредѣляться гораздо равномернѣе по всей ширинѣ проѣзжей части, вслѣдствіе чего истираніе шоссе перестало сосредоточиваться на одной средней полосѣ щебеночной одежды и распространилось на всю ея поверхность, а вмѣстѣ съ тѣмъ затруднилось образованіе колеи.

При устройствѣ щебеночной одежды по способамъ Трезаге и Макъ-Адама уплотненіе насыпаннаго на проѣзжую часть дороги рыхлаго слоя щебня предоставлялось проѣзду. Въ 1834 году французскій инженеръ *Полонсо (Polonceau)*, обративъ вниманіе на неудобства такого естественнаго уплотненія щебеночнаго слоя, указалъ на способъ для устраненія этихъ неудобствъ.

Если уплотненіе рыхлаго слоя щебня предоставляется проѣзду,

то для надлежащаго сплоченія щебня въ твердую одежду нужно, чтобы давленіе, производимое колесами проѣзжающихъ экипажей, заставило щебенки сблизиться и чтобы мелочь, происходящая отъ раздавливанія нѣкоторыхъ щебеноекъ, заполнила пустоты, остающіяся затѣмъ въ слоѣ щебня; тогда только сплоченіе щебня достигается вполне и щебеночная одежда дѣлается плотною и ровною. Поэтому уплотненіе слоя щебня дѣйствіемъ проѣзда требуетъ много времени, сильно затрудняетъ проѣздъ и вызываетъ разрушеніе нѣкотораго количества щебня.

Чтобы избавить проѣздъ отъ долгихъ тягостныхъ затрудненій и предупредить бесполезную трату щебня, Полонсо предложилъ производить уплотненіе щебеночнаго слоя искусственно, посредствомъ укатки его провозомъ тяжелаго круговаго цилиндра, или *катка*, приводимаго въ движеніе лошадьми, съ употребленіемъ при этой укаткѣ особаго связующаго матеріала.

Самое устройство щебеночной одежды, при искусственномъ уплотненіи щебня, производилось, по предложенію Полонсо, слѣдующимъ образомъ. Дно корыта, вырытаго въ земляномъ полотнѣ для щебеночной одежды, уплотнялось прежде всего провозомъ катка; затѣмъ, въ корыто насыпался слой слабаго щебня и этотъ нижній слой покрывался вторымъ слоемъ, слоемъ смѣси крѣпкаго щебня со слабымъ щебнемъ; наконецъ, на второй слой насыпался верхній слой твердаго щебня, покрывавшійся каменною мелочью. Слабый щебень въ среднемъ слоѣ служилъ связующимъ матеріаломъ для крѣпкаго щебня. Каждый изъ слоевъ щебня въ отдѣльности по насыпкѣ подвергался укаткѣ провозомъ того же катка, вслѣдствіе чего въ нѣсколько дней достигалось то сжатіе и сплотненіе щебеночной одежды, которое отъ проѣзда экипажей получалось часто лишь по истеченіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ.

Принятая сначала съ нѣкоторымъ недоувѣріемъ, искусственная укатка была признана впослѣдствіи единственнымъ раціональнымъ способомъ уплотненія щебеночнаго слоя и вошла въ употребленіе повсюду и при всѣхъ способахъ устройства шоссе.

Дальнѣйшее усовершенствованіе въ устройствѣ щебеночной одежды было сдѣлано въ 1860 году въ Парижѣ и состояло въ примѣненіи къ уплотненію щебня катками силы пара. Для устраненія неудобствъ, представляемыхъ въ большихъ городахъ употребленіемъ конныхъ

катковъ, были изобрѣтены катки, приводимые въ движеніе паромъ. *Паровые катки* дали возможность удобно и въ короткое время укатывать щебеночную одежду и притомъ достигать такой плотности и крѣпости щебеночнаго слоя, какая была недоступна при употребленіи конныхъ катковъ.

37. Щебеночная одежда безъ каменнаго основанія. При постройкѣ шоссейныхъ дорогъ въ Россіи, начатой правительствомъ въ 1817 году, щебеночная одежда устраивалась первоначально по способу Трезаге; такимъ образомъ устроено было С.-Петербургско-Московское шоссе, первое большое русское шоссе, оконченное постройкою въ 1834 году.

Впослѣдствіи, когда сдѣлались извѣстными успѣхи, достигнутые при постройкѣ шоссе въ Англіи, у насъ стали примѣнять къ устройству шоссейныхъ дорогъ способъ Макъ-Адама. При этомъ щебеночной одеждѣ придавали сначала, по примѣру Макъ-Адама, толщину въ 10 дюймовъ, но потомъ, замѣтивъ, что щебеночный слой отвердѣвалъ вполнѣ только на глубину до 4 дюймовъ, перешли мало по малу, съ цѣлью уменьшенія расходовъ на устройство шоссе, къ толщинѣ въ 6 дюймовъ.

Такая толщина щебеночной одежды оказывалась достаточною при земляномъ полотнѣ изъ твердыхъ и неразмокающихъ грунтовъ, каковы — каменистый, хрящеватый и песчаный, но земляное полотно изъ другихъ грунтовъ размягчалось во время дождей и весною отъ воды, проникавшей черезъ тонкій слой щебня, и переставало при этомъ поддерживать надлежащимъ образомъ щебеночную одежду, вслѣдствіе чего щебень, подъ давленіемъ колесъ проѣзжавшихъ по шоссе экипажей, опускался и вдавливался въ землю, такъ что въ короткое время весь щебеночный слой смѣшивался съ грязью и твердая одежда исчезала.

Для предупрежденія подобнаго разстройства шоссе, пришлось увеличивать толщину щебеночнаго слоя, смотря по роду грунта, до 9 и даже до 12 дюймовъ. Дѣйствительно, при бо́льшей толщинѣ щебеночнаго слоя, какъ размягченія земляного полотна, такъ и вдавливанія въ него щебня не замѣчается, потому что прониканіе воды черезъ слой затрудняется, а давленіе колеса въ какой-либо точкѣ *A* на поверхности слоя, передаваясь отъ одной щебенки къ другой,

распространяется на большую площадь *BC* земляного полотна (фиг. 83). Но при дороговизнѣ каменных матеріаловъ въ Россіи, щебеночная одежда значительной толщины обходилась очень дорого; кромѣ того, было замѣчено, что песокъ, подобно щебню, распространяетъ давленіе, при передачѣ его черезъ слой, на нѣкоторую площадь, которой величина зависитъ отъ толщины слоя, и что, сверхъ того, чистый песокъ, въ особенности крупный, хорошо отводитъ въ сторону проникающую въ него воду, не допуская ее размягчать земляное полотно. Въ виду этого представилось выгоднымъ, при устройствѣ шоссе въ мѣстахъ со слабымъ грунтомъ, замѣнять нижнюю часть щебеночного слоя болѣе дешевымъ и болѣе толстымъ слоемъ песка (фиг. 84). На скалистыхъ грунтахъ слой песка подъ щебенемъ оказался тоже полезнымъ, потому что онъ ослабляетъ удары колесъ и вслѣдствіе этого предупреждаетъ раздавливаніе щебеноекъ, происходящее на скалѣ, при небольшой толщинѣ щебеночного слоя, подъ тяжелымъ проѣздомъ.

Такимъ образомъ получился новый типъ щебеночной одежды, по которому было перестроено С.-Петербургско-Московское шоссе и затѣмъ построены другія шоссе въ Россіи. Этотъ типъ мало отличается отъ способа устройства, предложеннаго Макъ-Адамомъ, и представляетъ только его видоизмѣненіе; поэтому такая щебеночная одежда называется иногда *макадамомъ*.

Въ гористыхъ мѣстностяхъ каменный матеріалъ обыкновенно имѣется въ изобиліи, а въ песокъ очень часто существуетъ недостатокъ. На дорогахъ въ такихъ мѣстностяхъ нѣтъ никакого основанія и невыгодно замѣнять нижнюю часть щебеночного слоя песчанымъ слоемъ. Въ подобныхъ случаяхъ щебеночная одежда устраивается, безъ подсыпки песка, изъ слоя щебня, толщина котораго опредѣляется мѣстными условіями.

Щебеночная одежда описываемаго типа состоитъ (фиг. 85) изъ слоя *щебня*, расположеннаго или на слое *песка*, или непосредственно на грунтѣ, и иногда ограниченнаго по краямъ *бордюрами* изъ рядовъ камней.

Толщина слоя *щебня*, или *щебеночного покрытія*, сообразуется съ дѣятельностью проѣзда по дорогѣ и со свойствами каменнаго матеріала, употребляемаго на щебень; въ зависимости отъ этихъ обстоятельствъ, ее назначаютъ въ предѣлахъ отъ 5 до 8 дюймовъ

въ *плотномъ тѣлѣ*, то есть послѣ уплотненія щебня до возможной степени. Часто щебеночному слою придаютъ по срединѣ толщину на 1 или 1,5 дюйма больше, чѣмъ по краямъ, въ виду того, что середина дорожной одежды сильнѣе страдаетъ отъ дѣйствія проѣзда и потому сильнѣе изнашивается, чѣмъ края.

При проведеніи первыхъ шоссе въ Россіи, для уменьшенія издержекъ на разбивку щебня, щебеночное покрытие значительной толщины устраивали изъ трехъ слоевъ щебня различной крупности: нижній слой насыпали изъ крупнаго, средній — изъ средняго, а верхній изъ мелкаго щебня. Впослѣдствіи, съ уменьшеніемъ толщины щебеночнаго покрытия, перешли къ устройству покрытия въ два слоя, изъ которыхъ нижній составлялся изъ крупнаго, а верхній — изъ мелкаго щебня. Но различная крупность щебня въ покрытіи оказалась неудобною, потому что крупныя щебенки нижняго слоя врѣзываются въ верхній слой, поднимаются мало-по-малу, отъ дѣйствія проѣзда, вверхъ между мелкими щебенками и, достигнувъ поверхности шоссе, выступаютъ изъ нея въ видѣ зубцовъ, отчего проѣздъ дѣлается безпокойнымъ и ускоряется изнашиваніе щебеночнаго слоя. Поэтому употребленіе щебня различной крупности продолжалось недолго, и въ настоящее время щебеночное покрытие устраиваютъ обыкновенно изъ одного слоя щебня, крупность котораго сообразуется съ крѣпостью каменнаго матеріала.

Къ устройству покрытия изъ двухъ слоевъ щебня различной крупности прибѣгаютъ только въ томъ случаѣ, когда крѣпкій каменный матеріалъ очень дорогъ и представляется возможность устроить нижнюю часть покрытия изъ болѣе дешеваго, слабаго матеріала. Въ этомъ случаѣ полезно передъ разсыпкой верхняго слоя укатать предварительно нижній слой.

Толщина *песчанаго слоя*, образующаго какъ бы *основаніе* одежды, зависитъ отъ рода грунта, по которому пролагается шоссе, и отъ средствъ, которыми располагаютъ для устройства дороги. Толщину этого слоя полезно было бы назначать: при болотномъ грунтѣ земляного полотна — въ 12 дюймовъ, при глинистомъ и мергельномъ грунтѣ — въ 10 дюймовъ, при песчано-глинистомъ — отъ 8 до 9 дюймовъ, при глинисто-песчаномъ, заключающемъ болѣе 30% глины, — отъ 6 до 8 дюймовъ и при скалистомъ — въ 4 дюйма. Но обыкновенно, для уменьшенія издержекъ на устройство шоссе, толщину

песчаного слоя назначаютъ въ предѣлахъ отъ 5 до 7 дюймовъ и одинаковою на всѣхъ участкахъ шоссе, гдѣ требуется подсыпка песка подъ щебеночный слой. Необходимо однако замѣтить, что подобное ограниченіе толщины песчаного слоя иногда влечетъ за собою скорое разстройство щебеночной одежды на участкахъ съ дурнымъ грунтомъ и не можетъ быть иначе исправлено, какъ полной дорого-стоющей перестройкой одежды.

Въ большинствѣ случаевъ песчаному слою придается однообразная толщина по всей ширинѣ проѣзжей части; иногда этотъ слой дѣлаютъ по срединѣ на 1 или 1,5 дюйма толще, чѣмъ по краямъ, потому что середина шоссе больше краевъ подвергается дѣйствию проѣзда. Наилучшимъ матеріаломъ для песчаного слоя считается песокъ кварцевый, крупный, чистый и угловатый; чѣмъ крупнѣе и чище песокъ, тѣмъ меньше можетъ быть принята толщина основанія.

Если грунтъ земляного полотна дороги—песчаный, или хрящеватый, или глинисто-песчаный съ примѣсью не болѣе 30% глины, то подсыпка песчаного слоя подъ щебень представляется излишней, и щебеночный слой располагается непосредственно на грунтѣ полотна. Точно также слой щебня насыпается прямо на грунтъ земляного полотна на дорогахъ въ гористой мѣстности, гдѣ въ каменномъ матеріалѣ нѣтъ недостатка, песокъ встрѣчается рѣдко, или его нѣтъ совсѣмъ, а крутые скаты земной поверхности и большіе продольные уклоны дорогъ способствуютъ быстрому стоку воды и осушенію полотна. Въ такихъ условіяхъ находятся шоссеыя дороги Крыма и Кавказа.

Земляному полотну подъ песчанымъ слоемъ даютъ *поперечные скаты* отъ $\frac{1}{25}$ до $\frac{1}{50}$, такъ что, въ зависимости отъ разной толщины слоевъ песка и щебня по срединѣ и краямъ, величина поперечныхъ скатовъ поверхности шоссе измѣняется отъ $\frac{1}{20}$ до $\frac{1}{30}$. Наболѣе раціональнымъ поперечнымъ скатомъ поверхности шоссе представляется скатъ въ $\frac{1}{25}$, такъ какъ при большемъ скатѣ проѣздъ нѣсколько затрудняется скольженіемъ колесъ въ сторону и направляется вслѣдствіе этого исключительно по срединѣ щебеночной одежды, а при меньшемъ скатѣ стокъ воды съ поверхности шоссе дѣлается неудовлетворительнымъ вскорѣ послѣ устройства дороги. Однако, полезно измѣнять величину поперечнаго ската въ предѣлахъ

отъ $\frac{1}{20}$ до $\frac{1}{30}$ по длинѣ дороги, въ обратномъ отношеніи съ величиною продольнаго уклона.

Слой щебня насыпается такъ, чтобы поверхность его представляла двѣ плоскости, пересѣкающіяся по срединѣ дороги подъ нѣкоторымъ угломъ, который затѣмъ округляется отъ укатки. Насыпка щебня слоемъ съ цилиндрическою поверхностью неудобна въ томъ отношеніи, что при этомъ поперечные скаты проѣзжей части получаются по краямъ больше, чѣмъ по срединѣ, вслѣдствіе чего, при малой выпуклости шоссе, щебеночная одежда дѣлается слишкомъ плоскою послѣ уплотненія щебня, а при значительной выпуклости средняя, болѣе пологая, полоса щебеночной одежды изнашивается скорѣе краевъ, такъ какъ по ней преимущественно направляется проѣздъ экипажей.

Бордюры, или *барьеры*, по линіямъ отдѣла щебеночной одежды отъ обочинъ считались у насъ необходимою принадлежностью шоссе до сороковыхъ годовъ; бордюры устраивались тогда изъ рядовъ крупныхъ булыжныхъ камней, уложенныхъ по краямъ одежды одинъ возлѣ другого, безъ околки. Ихъ считали нужными для удержанія щебня и для предупрежденія смѣшенія его съ землею обочинъ; кромѣ того находили, что бордюры облегчаютъ, при постройкѣ шоссе, приведеніе поверхности дороги къ опредѣленному проектомъ виду въ продольномъ и поперечномъ направленіи и приносятъ пользу при ремонтѣ шоссе, обозначая предѣлы щебеночной одежды.

Въ сороковыхъ годахъ установилось мнѣніе, что бордюры приносятъ мало пользы, такъ какъ щебень и безъ нихъ не входитъ въ землю обочинъ, предѣлы щебеночной одежды легко отыскиваются и безъ барьеровъ, щебень же, попадающій на обочины, увеличиваетъ ихъ прочность и, наконецъ, для выравниванія поверхности дороги могутъ служить небольшіе колья столь же удобно, какъ и бордюры. вмѣстѣ съ тѣмъ обращено было вниманіе и на невыгоды бордюровъ, а именно на то, что они неудобны для переѣзда, что вдоль ихъ образуются на шоссе колеи, быстро увеличивающіяся отъ ударовъ колесъ, и что гладкая поверхность бордюрныхъ камней служить проводникомъ скопляющейся въ колеяхъ воды подъ щебеночный слой. По этимъ причинамъ, съ 1848 года стали устраивать щебеночную одежду безъ бордюровъ и даже вынимать бордюрные камни и разбивать ихъ въ щебень на тѣхъ шоссе, гдѣ они были уложены.

Но дальнѣйшія наблюденія надъ щебеночной одеждой показали, что нѣкоторая польза бордюровъ несомнѣнна. Въ 1871 году одинъ изъ извѣстныхъ дѣятелей шоссейнаго дѣла въ Россіи, инженеръ Гофмейстеръ, указалъ на то, что на шоссе съ бордюрами гораздо долѣе сохраняется выпуклая, сводообразная форма щебеночнаго слоя, лучше держится песчаное основаніе, постоянно сохраняются линіи отдѣла щебеночной одежды отъ обочинъ и не замѣчается расползанія одежды въ стороны; что шоссе съ бордюрами требуетъ меньше средствъ для постройки и ремонта, такъ какъ при бордюрахъ можно дать щебеночному слою меньшую толщину, а на ремонтъ расходовать меньше щебня, и что вообще, при суровомъ и перемѣнчивомъ климатѣ Россіи, шоссе съ бордюрами оказываются прочнѣе и исправнѣе шоссе безъ бордюровъ. Это мнѣніе, основанное на многолѣтнемъ опытѣ, было поддержано и другими инженерами.

Однако, такъ какъ расходъ на устройство бордюровъ бываетъ въ большинствѣ случаевъ довольно значительнымъ, то въ послѣднее время шоссе строятся гораздо чаще безъ бордюровъ, чѣмъ съ бордюрами. Иногда бордюры составляютъ изъ рядовъ правильно околотыхъ каменныхъ брусковъ (фиг. 86), или устраиваютъ въ видѣ продольныхъ полосъ, шириною около 0,25 сажени, изъ нѣсколькихъ рядовъ булыжника средней крупности (фиг. 87). Такія полосы мостовой по краямъ щебеночной одежды даютъ упоръ для щебня, дѣлаютъ проѣзжую часть шоссе шире, легко исправляются и не имѣютъ вредныхъ свойствъ бордюровъ изъ крупныхъ камней.

Для отвода дождевой воды, проникающей черезъ щебеночный слой и скопляющейся въ песчаномъ основаніи, слой песка пропускаютъ подъ обочинами и доводятъ до краевъ шоссе. Прежде песчаному слою давали непрерывные поперечные скаты и уменьшали его толщину постепенно, отъ середины шоссе къ краямъ, дюйма на 2 (фиг. 88), но подобное устройство не обезпечиваетъ вполнѣ стока воды изъ песчанаго слоя въ стороны, потому что отъ давленія шоссейныхъ катковъ и отъ дѣйствія проѣзда песчаный слой подъ проѣзжей частью опускается больше, чѣмъ подъ обочинами и утрачиваетъ при этомъ приданный ему видъ, удобный для стока воды поперекъ шоссе. Теперь, для облегченія стока воды, слой песка подъ обочинами располагаютъ нѣсколько ниже, чѣмъ подъ щебеноч-

нымъ слоемъ (фиг. 86), и соединяють отдѣльныя части слоя посредствомъ продольныхъ *песчаныхъ жолобовъ А*. Такое расположеніе песчаного слоя подъ обочинами представляетъ еще ту выгоду, что допускаетъ срѣзку части земли съ обочинъ, въ чемъ иногда является необходимость при ремонтѣ шоссе.

Иногда, для уменьшенія издержекъ на постройку шоссе, подъ обочинами устраиваютъ, вмѣсто непрерывнаго слоя песка, *воронки В*, наполненныя пескомъ и проходящія отъ продольныхъ жолобовъ *А* къ откосамъ полотна, въ разстояніи 1,5 или 2 сажень одна отъ другой (фиг. 87). Отводъ воды, а вмѣстѣ съ тѣмъ и исправность шоссе, обеспечивается такими воронками гораздо слабѣе, чѣмъ сплошнымъ слоемъ песка; поэтому замѣну сплошнаго слоя песка наполненными пескомъ воронками нельзя признать благоразумной мѣрой экономіи.

38. Щебеночная одежда съ каменнымъ основаніемъ. Щебеночная одежда съ каменнымъ основаніемъ представляетъ видоизмѣненіе того способа устройства щебеночной одежды, который впервые былъ указанъ и введенъ въ практику инженеромъ Трезаге. Щебеночная одежда этого типа состоитъ изъ *каменнаго основанія*, или нижняго слоя, сложеннаго изъ крупныхъ камней, и изъ *щебеночнаго покрытія*, или верхняго слоя щебня (фиг. 89).

По линіямъ отдѣла щебеночной одежды отъ обочинъ иногда располагаются *бордюры* изъ камней, околотыхъ въ верхней части въ правильную форму брусковъ. Бордюрные камни укладываются такъ, что нижніе концы ихъ лежатъ въ землѣ глубже камней основанія, увеличивая боковую устойчивость одежды, а верхніе концы образуютъ вдоль дороги полосы, опредѣляющія положеніе поверхности щебеночнаго слоя. Польза этихъ камней вообще не велика, а между тѣмъ они представляютъ нѣкоторыя неудобства и увеличиваютъ стоимость устройства шоссе. Поэтому часто названную щебеночную одежду устраиваютъ безъ бордюровъ, или замѣняютъ въ ней бордюры направляющими камнями, уложенными въ разстояніи около трехъ сажень одинъ отъ другого и имѣющими назначеніе указывать положеніе краевъ одежды по высотѣ и по горизонтальному направленію.

Иногда, желая сохранить бордюры для ограниченія щебеночной одежды и для упора образуемаго ею свода, укладываютъ бордюрные

камни такъ, чтобы ихъ верхушки находились почти на одномъ уровнѣ съ поверхностью каменнаго основанія и были покрыты слоемъ щебня; въ этомъ случаѣ укладка бордюрныхъ камней очень проста и нѣтъ нужды заботиться о правильной околкѣ ихъ верхушекъ.

Каменное основаніе одежды дѣлается толщиною не менѣе 5 дюймовъ, а на дорогахъ съ тяжелымъ грузовымъ движеніемъ отъ 7 до 8 дюймовъ, и составляется (фиг. 89) изъ кусковъ камня, уложенныхъ на ребро, длиною нормально къ оси дороги и, насколько позволяетъ ихъ форма, рядами въ перевязку, причемъ особенное вниманіе обращается на то, чтобы камни прилегали къ земляному полотну узкими, но плоскими сторонами; при такомъ расположеніи камней основаніе образуетъ особую мостовую, въ которой камни обращены ровными сторонами внизъ и остроконечіями вверхъ. По выстилкѣ основанія, верхушки камней, выступающія надъ общимъ уровнемъ, сбиваются, а промежутки между камнями тщательно расклиниваются осколками камней, такъ что окончательно верхняя грань основанія представляетъ шероховатую поверхность, какъ-бы составленную изъ небольшихъ камней, прилежащихъ одинъ къ другому плотно, безъ промежутковъ.

Когда основаніе состоитъ изъ камней, положенныхъ плашмя, или изъ очень крупныхъ камней, то щебеночный слой не соединяется съ нимъ и сильно страдаетъ отъ ударовъ и толчковъ колесъ, причемъ основаніе дѣйствуетъ какъ наковальня. Поэтому ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ допускать укладку отдѣльныхъ камней основанія плашмя, а очень крупные камни необходимо раскалывать или разбивать. Если основаніе устраивается изъ булыжника, то камни укладываются *острякомъ*.

Если дорожная одежда дѣлается по всей ширинѣ одинаковой толщины, то каменному основанію придается также одинаковая толщина; если же одежда къ срединѣ утолщается, то основанію дается выпуклость, занимающая среднее положеніе между выпуклостью земляного полотна и поверхности шоссе (фиг. 90).

Щебеночное покрытие, сообразно съ силою проѣзда и качествами каменнаго матеріала, дѣлается толщиною отъ 3 до 7 дюймовъ и составляется изъ одного или двухъ слоевъ щебня. Обыкновенно для устройства покрытія насыпаютъ одинъ слой щебня одинаковой крупности, зависящей отъ крѣпости каменнаго матеріала и

способа укатки щебня. Къ устройству покрытія изъ двухъ слоевъ щебня различной крупности обращаются только въ случаѣ, когда въ мѣстности проведенія шоссе крѣпкій каменный матеріалъ очень дорогъ, но имѣется въ изобилии слабый каменный матеріалъ; въ такомъ случаѣ на верхній слой употребляютъ мелкій щебень изъ твердаго матеріала, а на нижній слой—крупный щебень изъ слабого.

39. Сравненіе двухъ типовъ щебеночной одежды. Который изъ описанныхъ выше двухъ способовъ устройства щебеночной одежды лучше? Въ мнѣніяхъ инженеровъ по этому вопросу существуетъ разногласіе: одни считаютъ лучшимъ типъ щебеночной одежды безъ каменнаго основанія, другіе даютъ предпочтеніе типу одежды съ каменнымъ основаніемъ. Въ сущности каждый изъ этихъ типовъ представляетъ свои достоинства и недостатки, и потому рѣшеніе вопроса о томъ, который изъ нихъ выгоднѣе, зависитъ отъ мѣстныхъ условій, каковы—положеніе дороги, сила и грузность проѣзда, свойства грунта, качества каменнаго матеріала и способъ производства ремонта шоссе.

Щебеночная одежда безъ каменнаго основанія имѣетъ больше упругости, вслѣдствіе чего она медленнѣе изнашивается подъ дѣйствіемъ проѣзда, но представляетъ немного больше сопротивленія движенію экипажей. При хорошемъ, песчаномъ или хрящеватомъ, грунтѣ земляного полотна эта одежда требуетъ для устройства меньше каменнаго матеріала, такъ какъ на такомъ грунтѣ она оканчивается вполнѣ удовлетворительно даже при толщинѣ въ 6 дюймовъ, тогда какъ щебеночной одеждѣ съ каменнымъ основаніемъ приходится придавать болъшую толщину, чтобы щебеночный слой не страдалъ сильно отъ дѣйствія проѣзда. Щебеночная одежда безъ каменнаго основанія не можетъ существовать безъ непрерывнаго и очень внимательнаго ремонта, а такой ремонтъ доставляетъ шоссеиной дорогѣ, при наименьшей затратѣ средствъ, правильный видъ, гладкую поверхность и надлежащую исправность.

Щебеночная одежда съ каменнымъ основаніемъ требуетъ меньше ручной работы при устройствѣ, позволяетъ ограничиваться меньшей степенью укатки щебеночнаго слоя и представляетъ больше сопротивленія давленію колесъ тяжелыхъ экипажей, особенно при глинистомъ грунтѣ земляного полотна. Эта одежда оказывается болѣе

надежною, потому что при существованіи каменнаго основанія необходимость возобновленія щебеночнаго слоя становится всякій разъ очевидно, когда камни основанія начинаютъ обнажаться, между тѣмъ какъ при щебеночной одеждѣ безъ каменнаго основанія весьма трудно опредѣлить время, когда изнашивание щебеночнаго слоя достигаетъ того предѣла, за которымъ одежда не можетъ болѣе безъ проломовъ выдерживать проѣздъ тяжелыхъ экипажей.

Когда земляное полотно состоитъ изъ хорошаго грунта, песокъ имѣется въ изобиліи, каменный матеріалъ дорогъ, но хорошаго качества, шоссе назначается для проѣзда не особенно грузнаго и сильнаго, средства на сооруженіе дороги ограничены и для поддержанія шоссе въ исправности существуетъ правильный постоянный ремонтъ, то безъ всякаго сомнѣнія болѣе выгоднымъ является устройство щебеночной одежды безъ каменнаго основанія. Когда же дорога пролагается по глинистому грунту, въ песокъ существуетъ недостатокъ, каменный матеріалъ имѣется въ изобиліи и не отличается очень хорошимъ качествомъ, шоссе назначается для особенно грузнаго и сильнаго проѣзда, въ средствахъ на сооруженіе дороги нѣтъ недостатка и, по принятому порядку ремонта, шоссе должно оставаться по временамъ безъ исправленія, то несомнѣнно болѣе выгоднымъ представляется устройство щебеночной одежды съ каменнымъ основаніемъ.

40. Утвержденные нормальные поперечные профили шоссейныхъ дорогъ. У насъ для руководства при построеніи шоссе, министерствомъ путей сообщенія выработаны и утверждены въ разное время два нормальныхъ поперечныхъ профили шоссейныхъ дорогъ.

Одинъ изъ этихъ нормальныхъ профилей установленъ приказомъ главноуправляющаго путей сообщенія, отъ 14 февраля 1848 года, для государственныхъ шоссе, служившихъ главными или большими путями сообщенія для движенія не только мѣстнаго, но и транзитнаго. Этотъ профиль имѣетъ два вида: одинъ—для глинистыхъ грунтовъ (фиг. 91), другой—для песчаныхъ (фиг. 92). Вся ширина земляного полотна по этому профилю назначена въ 6 сажень, изъ которыхъ 2,5 сажени занимаетъ щебеночная одежда, а $2 \times 1,75 = 3,5$ сажени — обочины. Для глинистыхъ грунтовъ стрѣла выпуклости

шоссейнаго полотна принята въ 11 дюймовъ и по всей ширинѣ полотна назначенъ песчаный слой, имѣющій по оси шоссе толщину въ 4 дюйма и постепенно утоняющійся къ откосамъ полотна до толщины въ 2 дюйма. Для песчаныхъ грунтовъ стрѣла выпуклости шоссейнаго полотна принята въ 9 дюймовъ и подсыпки песчанаго слоя подъ щебень не назначено. Толщина слоя щебня въ обоихъ видахъ профиля и по всей ширинѣ одежды назначена одинаковою, въ 7 дюймовъ. Толщина слоя растительной земли на обочинахъ принята у краевъ щебеночнаго слоя въ 7 дюймовъ, а у откосовъ полотна въ 3 дюйма. Ширина боковыхъ канавъ по дну назначена въ 0,33 сажени, а глубина ихъ въ 0,5 сажени.

Этотъ поперечный профиль съ незначительными измѣненіями, примѣненъ къ большей части русскихъ казенныхъ шоссе, построенныхъ въ прежнее время, до 1864 года; таковы—шоссе: Московско-Варшавское, Кіево-Брестское, Кіевское, Воронежское и многія другія. Съ постройкой желѣзныхъ дорогъ, шоссе потеряли значеніе главныхъ и транзитныхъ путей и обратились въ мѣстные и подъѣздные пути. вмѣстѣ съ этимъ утратилось и значеніе утвержденного въ 1847 году поперечнаго профиля, какъ образцоваго при сооруженіи казенныхъ шоссе.

Другой нормальный поперечный профиль установленъ циркуляромъ министерства путей сообщенія, отъ 28 мая 1881 г., для подъѣздныхъ или мѣстныхъ шоссе и имѣетъ также два вида: одинъ — для глинистыхъ грунтовъ (фиг. 93), другой—для песчаныхъ (фиг. 94). Вся ширина землянаго полотна по этому профилю назначена въ 3,5 сажени, изъ которыхъ 2,5 сажени занимаетъ щебеночная одежда, а $2 \times 0,5 = 1$ сажень — обочины. При глинистыхъ грунтахъ подъ щебеночный слой и обочины подсыпается слой песка одинаковой толщины, въ 6 дюймовъ, по всей ширинѣ полотна; въ песчаныхъ грунтахъ слой щебня располагается непосредственно на грунтѣ полотна. Щебеночный слой въ обоихъ видахъ профиля имѣетъ толщину въ 7 дюймовъ по срединѣ и въ 6 дюймовъ по краямъ и огражденъ бордюрами изъ правильно околотыхъ въ верхней части камней. Поперечный скатъ щебеночнаго слоя назначенъ въ 0,06, а поперечный скатъ обочинъ — въ 0,07. Толщина слоя растительной или песчано-глинистой земли на обочинахъ, въ случаѣ подсыпки песка подъ щебень, принята въ 12 дюймовъ у краевъ ще-

беночной одежды и въ 11 дюймовъ у откосовъ полотна. Ширина боковыхъ канавъ по дну назначена въ 0,25 сажени, глубина канавъ—тоже въ 0,25 сажени, ширина лѣтнаго пути, за боковою канавою, на обрѣзѣ—въ 2,5 сажени (фиг. 39) и ширина полосы для ремонтнаго матеріала на обрѣзѣ—въ 1,75 сажени. Въ выемкахъ и насыпяхъ больше 0,5 сажени и на косогорахъ съ поперечнымъ скатомъ болѣе 10° указано увеличивать ширину полотна до 4 сажень, не устраивать лѣтнаго пути, а полосу для складыванія ремонтнаго матеріала замѣнять уширеніями выемокъ и насыпей для образованія складочныхъ площадокъ (фиг. 47 и 48) на разстояніяхъ отъ 50 до 100 сажень по длинѣ шоссе.

Этотъ поперечный профиль принять въ руководство при постройкѣ всѣхъ новыхъ казенныхъ шоссе, за исключеніемъ горныхъ дорогъ Крыма и Кавказа. Къ нѣкоторымъ шоссе, какъ напримѣръ Проскурово-Исаковецкое, установленный профиль примѣненъ безъ измѣненій, для другихъ же шоссе, каковы—стратегическія шоссе: Дубно-Ровенское, Кобринъ-Влодавское, Соколово-Высоколитовское, Высоколитовскъ-Ружанское, Колбель-Островское, Парчевъ-Леплевское, Проскурово-Староконстантиновское, Августовъ-Гродненское и пр., въ немъ сдѣланы небольшія измѣненія. Нормальный поперечный профиль послѣднихъ шоссе представленъ, съ подробнымъ указаніемъ размѣровъ, на фигурахъ 95 и 96.

На горныхъ дорогахъ Крыма и Кавказа щебеночная одежда устроена на всемъ протяженіи, безъ различія грунтовъ, только изъ слоя щебня, безъ песчанаго основанія. Такое устройство одежды этихъ шоссе опредѣляется мѣстными условіями: обиліемъ каменнаго матеріала, недостаткомъ песка, гористымъ характеромъ мѣстности, облегчающимъ осушеніе земляного полотна, и теплымъ климатомъ края.

41. Каменный матеріалъ для щебеночной одежды и видъ его въ природѣ. Въ видѣ каменнаго матеріала для устройства щебеночной одежды употребляются различныя твердыя горныя породы. Эти породы можно раздѣлить на нѣсколько группъ слѣдующимъ образомъ:

Известняки. Известняки представляютъ большое разнообразіе по крѣпости, въ границахъ отъ плотныхъ мраморовъ до слабыхъ рухляковъ. Сравнительно съ другими породами, они отличаются

вообще небольшимъ сопротивленіемъ разрушительному дѣйствію проѣзда и даютъ много пыли и грязи. Пыль, образующаяся на шоссе отъ изнашиванія известковаго щебня, сцѣпляется подъ давленіемъ, а при смѣшеніи съ водою образуетъ вязкую грязь, то есть грязь пластичную, липкую и дѣлающуюся отъ высыханія твердою и плотною; вслѣдствіе этого, известняки болѣе пригодны для шоссе въ сухихъ мѣстностяхъ, чѣмъ въ мокрыхъ. По свойствамъ, имѣющимъ значеніе для шоссе, съ известняками очень сходны доломиты.

Кремни или кремнистые сланцы. Кремни тверды, но хрупки. Кремневый щебень мало изнашивается отъ тренія, но легко раскалывается отъ ударовъ; вообще онъ разрушается въ щебеночной одеждѣ довольно скоро. Пыль кремней обладаетъ совершенно противоположными качествами, сравнительно съ пылью известняковъ: она не образуетъ съ водою тѣста, но сплотняется отъ влажности и совершенно распадается при высыханіи; такая пыль называется *тощей*. Обладая тощей пылью, кремни пригодны для мѣстностей съ частыми дождями, но даютъ дурныя шоссе въ южныхъ краяхъ. Впрочемъ, кремни разнообразны по своимъ качествамъ: нѣкоторые незрѣватые кремни разрушаются замѣчательно быстро, между тѣмъ какъ плотные сланцы и кремневые известняки сопротивляются разрушительному дѣйствію проѣзда хорошо.

Кварциты. Кварциты сходны съ кремнями, но менѣе хрупки. Они даютъ почти повсюду хорошую щебеночную одежду, хотя въ мелочи ихъ замѣчается недостатокъ вязкости. Къ числу кварцитовъ относятся кварцевые конгломераты.

Песчаники. Плотные песчаники представляютъ прекрасный матеріалъ для шоссе. Они очень крѣпки и не хрупки; ихъ пыль довольно тоща, но лучше пыли кремней или кварцитовъ. Однако, песчаники слѣдуетъ выбирать для шоссе осмотрительно: кремнистые песчаники обыкновенно бываютъ очень хороши, песчаники же известковые, мергельные и глинистые часто оказываются слабыми и рыхлыми, легко распадаются на отдѣльныя зерна, образуютъ лишь посредственную щебеночную одежду и нерѣдко совершенно не годятся для шоссе.

Граниты. Граниты и породы со сходнымъ составомъ, каковы — *нейсы* и *сіениты*, даютъ вообще очень хорошій матеріалъ для

шоссе, крѣпкій, не хрупкій и съ вязкою мелочью. Однако названными породами нельзя пользоваться безъ разбора, такъ какъ иногда эти породы бываютъ рыхлыми, и тогда щебеночная одежда изъ нихъ изнашивается быстро и доставляетъ много пыли; граниты, вывѣтрившіеся, дресвяные, легко распадающіеся отъ ударовъ, совершенно не годны для устройства шоссе.

Порфиры. Порфиры доставляютъ матеріалъ самаго высшаго качества. Вслѣдствіе крѣпости и относительной упругости массы, они сопротивляются очень хорошо стиранію и ударамъ; кромѣ того, они даютъ прекрасную мелочь. Къ сожалѣнію, породы эти часто бываютъ очень дороги, вслѣдствіе трудности добыванія и сравнительной рѣдкости мѣстъ нахожденія.

Роговообманковыя породы. Діабазы, авгиты и діориты доставляютъ также очень хорошій матеріалъ для щебеночной одежды и отличаются качествами, сходными съ качествами порфировъ. Однако при употребленіи ихъ необходимо предварительно дѣлать выборъ матеріала, потому что степень крѣпости роговообманковыхъ породъ бываетъ очень различна.

Вулканическія породы. Базальты, анамезиты, мелафиры, андезиты и трахиты отличаются вообще большимъ сопротивленіемъ и нерѣдко даютъ очень хорошій матеріалъ для шоссе. Впрочемъ, иногда встрѣчаются слабые базальты, раздавливающіеся довольно легко и дающіе много пыли.

Горныя породы, доставляющія каменный матеріалъ для шоссе, находятся въ природѣ или въ видѣ сплошныхъ массъ, или въ видѣ слоистыхъ напластованій, или въ видѣ полевыхъ камней, или наконецъ въ видѣ хряща.

Сплошныя и слоистыя каменные породы залегаютъ въ землѣ на различной глубинѣ и выходятъ мѣстами на поверхность земли; въ такихъ мѣстахъ устраиваютъ каменоломни, изъ которыхъ добываютъ каменный матеріалъ выломкою. Полевые камни встрѣчаются въ природѣ отдѣльными кусками различной величины, лежащими на земной поверхности и въ землѣ на небольшой глубинѣ, въ одиночку и болѣе или менѣе значительными скопленіями. Добываніе полевыхъ камней заключается въ сборкѣ ихъ, довольно часто въ выкапываніи ихъ изъ земли въ мѣстахъ скопленій, а иногда и въ раздѣленіи очень большихъ кусковъ или булыгъ на части.

Хрящъ или гравій состоитъ изъ мелкихъ камешковъ различной величины, образующихъ большія скопленія въ толщѣ земли; на горныхъ скатахъ, въ оврагахъ или по берегамъ рѣкъ, гдѣ эти скопленія выходятъ на поверхность земли, располагаются карьеры для добычи хряща. Передъ употребленіемъ на щебеночную одежду, хрящъ обыкновенно подвергаютъ подготовкѣ, которая заключается въ томъ, что болѣе крупныя зерна его разбиваются на части и вся масса хряща очищается отъ землистыхъ примѣсей посредствомъ грохоченія. Вслѣдствіе округленной, отшлифованной формы зеренъ, хрящъ сплотноется при образованіи одежды гораздо труднѣе, чѣмъ щебень, и потому требуетъ болѣе тщательной и продолжительной укатки и даетъ довольно слабую щебеночную одежду, годную только для дорогъ съ небольшимъ проѣздомъ.

42. Разбивка камня въ щебень. Каменный матеріалъ, находящійся въ природѣ въ видѣ сплошныхъ массъ, слоистыхъ напластованій и полевыхъ камней, обыкновенно доставляется къ мѣсту устройства щебеночной одежды въ видѣ кусковъ камня, изъ которыхъ затѣмъ на самой дорогѣ изготовляется щебень ручной или машинной бойкою. Только въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Франціи, Бельгіи и Южной Германіи принято бить камень не на дорогѣ, а у мѣстъ добыванія каменнаго матеріала, на особыхъ заводахъ, и уже готовый щебень подвозить къ мѣсту устройства шоссе.

Ручная бойка производится посредствомъ молотковъ съ желѣзною головкою и деревянною рукоятію. Для расколки большихъ кусковъ камня, величиною болѣе 0,1 сажени, на части, употребляютъ кувалды отъ 10 до 15 фунтовъ вѣсомъ, которыми бьютъ по камнямъ съ размаху. Затѣмъ куски камня меньшей величины и части расколотыхъ крупныхъ кусковъ камня разбиваются молотками вѣсомъ отъ 2,5 до 5 фунтовъ.

Вѣсъ молотковъ и форма ихъ головокъ имѣютъ большое вліяніе на качество щебня и на количество теряемаго при бойкѣ каменнаго матеріала. Молотки тяжелые и съ тупыми концами сильно дробятъ камень, даютъ щебень неровный и много каменной мелочи; молотки легкіе и съ острыми концами колятъ камень на болѣе ровныя щебенки, даютъ меньше мелочи, но требуютъ больше искусства отъ бойщика.

Въ Россіи и въ Сѣверной Германіи бойщики работаютъ обыкновенно въ сидячемъ положеніи; они кладутъ между ступнями ногъ твердый камень, въ видѣ наковальни, и бьютъ на немъ каменный матеріалъ короткими молотками, похожими по виду на столярные молотки. Этотъ способъ работы представляется вполне естественнымъ, когда работа производится рабочими слабой организаціи, но для бойщиковъ молодыхъ и сильныхъ повидимому цѣлесообразнѣе способъ работы, распространенный во Франціи и въ Южной Германіи. Тамъ бойщикъ держится, во время работы, стоя и нагнувшись впередъ, и бьетъ камень, либо лежащій въ кучѣ, либо положенный на особую наковальню изъ твердаго камня; бойка на наковальнѣ идетъ лучше, чѣмъ въ кучѣ, но вызываетъ нѣкоторую дополнительную работу, такъ какъ необходимо каждый камень брать изъ кучи и укладывать на наковальню. Бойка камня производится иногда легкими молотками съ желѣзною головкою, вѣсомъ всего около 1,25 фунта, наваренною на концахъ сталью и насаженною на гибкую, длинную рукоятку, которая позволяетъ сообщать малой массѣ головки значительную живую силу.

Ручная бойка очень тягостна, требуетъ много времени и обходится дорого: опытный бойщикъ можетъ набить щебня въ день только отъ 0,16 до 0,20 куб. сажени изъ камня слабыхъ породъ и отъ 0,06 до 0,10 куб. сажени изъ камня крѣпкихъ породъ. По дѣйствующему у насъ урочному положенію, одинъ простой рабочій назначается въ день для разбивки отъ 0,045 до 0,060 куб. сажени щебня изъ камня твердыхъ породъ и отъ 0,055 до 0,080 куб. сажени щебня изъ камня средней твердости; сообразно съ этимъ, набивка ручнымъ способомъ кубической сажени щебня обходится отъ 8 до 15 рублей.

Медленность и дороговизна разбивки камня ручнымъ способомъ вызвали устройство машинъ для бойки камня, или *камнедробилокъ*. Первая изъ такихъ машинъ устроена была болѣе 35 лѣтъ тому назадъ американцемъ *Блекомъ (Blake)*.

Главныя составныя части новѣйшей дробилки Блека—двѣ толстыя чугуныя плиты (фиг. 98), изъ которыхъ одна *A* имѣетъ вертикальное положеніе и соединена съ устоемъ дробилки, а другая *B* наклонена къ первой подъ угломъ въ 25° и можетъ двигаться, вращаясь около оси *C*. Внутреннія стороны обѣихъ плитъ

покрыты продольными зубцами, расположенными такъ, что выступы одной плиты приходятся противъ впадинъ другой. Валъ *D* приводится во вращеніе силою локобиля, водяного двигателя или лошадей и посредствомъ эксцентрика *E* заставляетъ двигаться шатунъ *F*, отъ котораго движеніе передается подкосамъ *G* и отъ нихъ плитѣ *B*. Плита *B*, приближаясь къ плитѣ *A*, раздробляетъ попадающіе въ промежутокъ между зубцами куски камня и оттягивается въ первоначальное положеніе пружиною *H*. Клинья *I* служатъ для установки плитъ на опредѣленномъ взаимномъ разстояніи, сообразно съ требуемой величиной щебенки.

Для сортировки доставляемаго дробилкою *L* матеріала служить коническій грохотъ *M* (фиг. 99), насаженный на-глухо на горизонтальную ось *PQ*, которая приводится во вращеніе локобилемъ. Величина отверстій грохота увеличивается отъ узкаго конца къ широкому; слишкомъ крупный щебень вываливается изъ послѣдняго и разбивается ручнымъ сносомъ, или еще разъ поступаетъ въ дробилку; остальной матеріалъ проваливается черезъ отверстія грохота и распредѣляется при этомъ по крупности на два сорта. Дробилка устанавливается на такой высотѣ, что проходящій черезъ грохотъ щебень попадаетъ прямо въ тачки *N*, служащія для отвозки его въ сторону.

Опытъ указываетъ, что машинная бойка щебня обходится дешевле ручной, но при машинной бойкѣ щебень получается менѣе равномернымъ и много камня (до 20%) раздробляется въ мелочь и теряется безъ пользы. При слоистыхъ каменныхъ породахъ, какковы—известняки, машинная бойка сообщаетъ щебенкамъ чаще продолговатую, чѣмъ кубическую форму, и даетъ весьма много осколковъ и мелочи. Поэтому въ послѣднее время, не смотря на значительныя усовершенствованія дробилокъ, машинную бойку примѣняютъ только къ сплошнымъ, крѣпкимъ каменнымъ породамъ, какковы—бальзаты, порфиры и граниты, и при томъ только въ случаяхъ невысокой цѣны камня.

Вслѣдствіе дороговизны дробилокъ съ приспособленіями для приведенія ихъ въ движеніе и для грохотки щебня, машинная бойка представляется вполне умѣстной и выгодною только вблизи каменоломенъ, на крупныхъ *камнедробильняхъ*, гдѣ щебень изготовляется постоянно, въ теченіе круглаго года, большими массами и откуда онъ развозится по большимъ районамъ.

Въ Россіи машинная бойка камня почти совсѣмъ не примѣняется, а щебень изготовляется обыкновенно ручною бойкою. Наиболѣе распространена машинная бойка въ Баденѣ, въ Вюртембергѣ, въ Баваріи и въ Бельгіи, гдѣ каменнымъ матеріаломъ для щебеночной одежды служатъ порфиръ, базальтъ и другія крѣпкія горныя породы.

Въ видѣ примѣра можно указать на камнедробильню при ломкахъ порфира у Зинцгейма въ Баденѣ, работающую съ 1877 года. Тамъ локомобиль силою въ 10 паровыхъ лошадей приводитъ въ дѣйствіе камнедробилку съ верхнимъ отверстіемъ между плитами въ 600×250 миллиметровъ. Камнедробилка изготовлена въ 1884 году заводомъ Палленберга (Pallenberg) въ Мангеймѣ и обошлась въ 5600 марокъ. Горная порода предварительно разбивается вручную на куски вѣсомъ не болѣе 20 килограммовъ и въ такомъ состояніи накладывается непрерывно двумя рабочими въ отверстіе дробилки. Камнедробилка работаетъ при 220—250 оборотахъ вала въ минуту; раздробленный ею матеріалъ падаетъ въ наклонный цилиндрическій грохотъ, дѣлающій 25 оборотовъ въ минуту. Круглыя отверстія въ верхней части грохота—діаметромъ въ 20 миллиметровъ, въ остальной части—діаметромъ въ 50 миллиметровъ; черезъ первыя проваливается мелочь, черезъ вторыя — нормальный щебень. Крупный щебень, вываливающийся изъ нижняго конца грохота, дополнительно разбивается вручную двумя рабочими. Количество мелочи составляетъ отъ 15 до 20% общаго объема матеріала. Рабочая производительность дробилки—отъ 50 до 60 куб. метровъ щебня въ день. При годовомъ производствѣ въ 16000 куб. метровъ стоимость одного куб. метра щебня достигаетъ 3,94 марокъ, безъ введенія въ расчетъ расходовъ на ростъ и погашеніе капитала 27553 марки, затраченнаго на первоначальное устройство. Стоимость эта складывается изъ слѣдующихъ расходовъ: выломка камня и разбивка его на крупные куски — 2 марки, подвозъ камня отъ каменоломни къ дробилкѣ съ укладкой—0,38 марки, разбивка камня (уголь, смазка, истопникъ, ремонтъ дробилки и надзоръ) съ отвозкой щебня и мелочи на складочное мѣсто — 1,36 марки и арендная плата за выломку камня — 0,20 марки. Ручная бойка порфира въ Штутгартѣ обходится отъ 2 до 2,7 марокъ за куб. метръ, причемъ работа эта производится зимою въ глухое рабочее время.

Изъ числа заводовъ, занимающихся изготовленіемъ камнедробилокъ, извѣстны слѣдующіе: заводъ машиностроительнаго акціонернаго товарищества Гумбольтъ (Humbolt) въ Калькѣ около Кельна и заводъ Бринка и Гюбнера (Brink und Hübner) въ Мангеймѣ. Изготавливаемые этими заводами камнедробилки вѣсятъ отъ 4000 до 7000 килограммовъ, стоятъ на заводахъ отъ 1610 до 2510 марокъ и требуютъ для работы локомотивовъ силою отъ 8 до 12 лошадей.

43. Щебень для устройства шоссе; необходимыя свойства его.

Чтобы щебеночная одежда была плотною, гладкою и прочною, щебень для устройства ея долженъ обладать слѣдующими свойствами: 1) онъ долженъ быть набитъ изъ каменнаго матеріала крѣпкаго и прочнаго, то есть хорошо сопротивляющагося разрушенію отъ дѣйствія давленія, тренія, ударовъ и атмосферныхъ дѣятелей; 2) онъ долженъ быть опредѣленной крупности, находящейся въ зависимости отъ крѣпости каменнаго матеріала, отъ способа уплотненія щебня и отъ рода движенія по шоссе; 3) онъ долженъ быть равномернымъ, то есть входящія въ составъ его щебенки должны мало отличаться по величинѣ одна отъ другой; 4) онъ долженъ состоять изъ щебенки такой формы, которая способствуетъ укаткѣ щебеночнаго слоя; и 5) онъ долженъ быть чистъ, то есть не заключать въ своей массѣ каменной мелочи, землистыхъ частицъ и вообще постороннихъ веществъ.

Чѣмъ каменный матеріалъ крѣпче и прочнѣе, то есть чѣмъ онъ сильнѣе сопротивляется разрушенію отъ дѣйствія давленія, тренія, ударовъ и атмосферныхъ дѣятелей, тѣмъ лучше получаемый изъ него шоссеинный щебень. Въ отношеніи *крѣпости* и *прочности* принято дѣлить каменный матеріалъ, служащій для устройства шоссе, на три рода: очень крѣпкій, средней крѣпости и слабый. Первый доставляется порфирами, плотными базальтами, трахитами, плотными кремнистыми песчаниками, мелкозернистыми гранитами и лучшими діоритами; второй получается изъ крупнозернистыхъ гранитовъ, базальтовъ и діоритовъ средняго качества, лучшихъ кремней и кварцитовъ, и плотныхъ известняковъ; третій даютъ известняки средняго качества, известковые песчаники и посредственные кремни и кварциты.

Опредѣленная крупность щебня имѣетъ важное значеніе при устройствѣ шоссе. Давленіе колесъ экипажей при очень крупномъ

щебнѣ дурно распространяется отъ поверхности слоя къ его основанію; на фигурѣ 100 схематически показана разница въ этомъ отношеніи между слоемъ изъ кубиковъ *abcd* и слоемъ изъ кубиковъ съ меньшею вдвое величиною ребра; давленіе *P*, дѣйствующее на поверхность слоя, передается въ первомъ случаѣ лишь одному ребру *d*, а во второмъ случаѣ—тремъ ребрамъ *e*, *f* и *g*, изъ чего можно заключить, что чѣмъ мельче щебенки, тѣмъ лучше распространяется слоемъ щебня давленіе колесъ. Кромѣ того, если щебенки очень велики, то слой щебня укатывается съ большимъ трудомъ и по укаткѣ получается неплотнымъ, съ большими, заполненными мелочью, промежутками между щебенками и съ зубчатой поверхностью; щебень въ такомъ неплотномъ слоѣ съ зубчатой поверхностью изнашивается быстрѣе, чѣмъ въ плотномъ слоѣ съ гладкой поверхностью, а проѣздъ по первому слою менѣе удобенъ, чѣмъ по второму. Съ другой стороны, если щебенки очень малы, то щебеночный слой быстро изнашивается, потому что малыя щебенки легко раздавливаются колесами, а взаимное истираніе ихъ внутри слоя подъ дѣйствіемъ проѣзда, происходитъ по большому числу поверхностей соприкасанія; сверхъ того, разбивка камня въ очень мелкій щебень стоитъ дорого. Изъ этихъ соображеній ясно, что щебенки не должны быть ни очень большими, ни очень малыми, то есть, что щебень долженъ быть опредѣленной крупности.

Чѣмъ крѣпче каменный матеріалъ, тѣмъ мельче долженъ быть щебень, чтобы сплотненіе щебня укаткой было возможно; съ другой стороны, чѣмъ слабѣе каменный матеріалъ, тѣмъ крупнѣе долженъ быть щебень, чтобы щебенки не раздавливались колесами экипажей. Отсюда прямо слѣдуетъ, что крупность щебня нужно сообразовать съ крѣпостью каменнаго матеріала.

Крупный щебень сопротивляется разрушительному дѣйствію проѣзда лучше мелкаго, но укатывается труднѣе послѣдняго. Поэтому крупность щебня нужно также сообразовать съ родомъ движенія по шоссе и съ вѣсомъ употребляемыхъ шоссейныхъ катковъ; въ случаѣ тяжелаго грузового проѣзда и при употребленіи тяжелыхъ катковъ щебень слѣдуетъ бить крупнѣе, чѣмъ въ случаѣ легковаго движенія и при пользованіи маловѣсными катками.

Равномѣрность щебня столь же важна для устройства шоссе, какъ и опредѣленная крупность. Если щебень неравномѣренъ, то

есть состоятъ изъ щебеноекъ весьма различной величины, то очень мелкія щебенки заполняютъ промежутки между болѣе крупными и мѣшаютъ послѣднимъ сблизиться при укаткѣ, вслѣдствіе чего щебеночный слой укатывается съ большимъ трудомъ и не сливается надлежащимъ образомъ въ плотную кору. Кромѣ того, если щебень неравнобѣренъ, то въ щебеночномъ слоѣ подѣ дѣйствіемъ проѣзда болѣе крупныя щебенки поднимаются вверхъ и высовываются изъ слоя, отчего поверхность шоссе дѣлается зубчатою. Неплотность щебеночнаго слоя и зубчатый видъ поверхности шоссе усиливаютъ изнашивание щебня и увеличиваютъ сопротивленіе экипажей движенію.

Форма щебеноекъ имѣетъ существенное вліяніе на плотность щебеночнаго слоя и на изнашивание его. Если щебенки ограничены острыми углами, то эти углы отламываются даже при слабомъ давленіи; если же щебенки имѣютъ округленный видъ, то сплотненіе ихъ весьма трудно и иногда даже невозможно. Наилучшей оказывается *угловатая* форма щебеноекъ при прямоугольныхъ ребрахъ и при мало разнящихся размѣрахъ по тремъ направленіямъ. Щебенки, имѣющія видъ продолговатыхъ брусковъ или тонкихъ пластинокъ, хотя бы и съ прямоугольными ребрами, неудобны, такъ какъ сопротивленіе ихъ разрушенію въ разныхъ положеніяхъ весьма различно, и потому онѣ легко разламываются на мелкія части.

Чистота щебня такъ же важна для устройства шоссе, какъ и угловатая форма щебеноекъ. Присутствіе въ щебнѣ каменной мелочи, ранѣе сжатія щебеночнаго слоя укаткою, мѣшаетъ сблизенію щебеноекъ, а слѣдовательно и надлежащему уплотненію слоя. Присутствіе въ щебнѣ землистыхъ частицъ, хотя въ нѣкоторыхъ случаяхъ и ускоряетъ укатку щебеночнаго слоя, но дѣлаетъ этотъ слой непрочнымъ и способнымъ размокать отъ воды.

Чтобы щебень, получаемый отъ разбивки камня и идущій на устройство шоссе, имѣлъ требуемую крупность и равнѣрность, для величины щебеноекъ устанавливаются, по соображенію съ крепостію каменнаго матеріала, высшій и низшій предѣлы, принимаемые во вниманіе какъ при бойкѣ щебня, такъ и при повѣркѣ его качествъ.

Величина щебеноекъ опредѣляется или ихъ вѣсомъ, или кубическимъ измѣреніемъ, или, наконецъ, діаметромъ *мѣрнаго кольца*.

Первый способъ, предложенный Макъ-Адамомъ, въ настоящее время почти вышелъ изъ употребленія; второй способъ примѣняется мало и выходитъ изъ употребленія; третій способъ является наиболѣе распространеннымъ. Онъ состоитъ въ томъ, что для измѣренія величины щебеноекъ употребляются желѣзные кольца (фиг. 101) съ опредѣленными діаметрами отверстія, причемъ щебенка, проходящая въ любомъ положеніи черезъ кольцо діаметромъ d дюймовъ, считается имѣющею величину не болѣе d дюймовъ, а щебенка, не проходящая ни въ какомъ положеніи черезъ кольцо діаметромъ d' , признается имѣющею величину не менѣе d' дюймовъ.

Для опредѣленія крупности щебня ставится условіе, чтобы каждая щебенка въ любомъ положеніи могла проходить черезъ кольцо большаго діаметра и чтобы ни одна щебенка ни въ какомъ положеніи не могла проходить черезъ кольцо малаго діаметра. Предѣлы величины щебеноекъ, или діаметры мѣрныхъ колецъ, назначаются сообразно съ крѣпостью каменнаго матеріала и со способомъ укатки щебня. Наиболѣе цѣлесообразнымъ высшимъ предѣломъ величины щебеноекъ, при укаткѣ щебеночнаго слоя обыкновенными конными катками, представляется: 2 дюйма для очень крѣпкаго матеріала, 2,25 и 2,50 дюйма для матеріала средней крѣпости и 2,75 дюйма для слабаго матеріала. При укаткѣ щебеночной одежды тяжелыми паровыми катками, можно допустить небольшое (на 0,25 дюйма) увеличеніе высшаго предѣла. Наиболѣе цѣлесообразнымъ низшимъ предѣломъ величины щебеноекъ представляется: 0,75 дюйма для очень крѣпкаго матеріала, 1 дюймъ для матеріала средней крѣпости и 1,25 дюйма для слабаго матеріала.

При разбивкѣ камня въ щебень бойщикамъ выдаютъ мѣрные кольца, опредѣляющія требуемую крупность и равномерность щебня, и разъясняютъ значеніе этихъ колецъ. Каменная мелочь и слишкомъ мелкія щебенки отдѣляются отъ щебня посредствомъ грохоченія, а слишкомъ крупныя щебенки отбираются вручную при грохоченіи. Для повѣрки правильности сдѣланной разбивки, изъ избранной кучи щебня берутъ двѣ или три лопаты этого матеріала и изслѣдуютъ крупность его посредствомъ мѣрныхъ колецъ, то есть опредѣляютъ содержаніе въ немъ слишкомъ мелкихъ и слишкомъ крупныхъ щебеноекъ. Такъ какъ почти невозможно достигнуть того, чтобы въ щебнѣ не было нѣкотораго количества щебеноекъ меньше низшаго

предѣла и больше высшаго предѣла, и такъ какъ присутствіе небольшого количества такихъ щебенокъ не представляетъ важнаго неудобства, то обыкновенно при приѣмкѣ щебня довольствуются требованіемъ, чтобы количество слишкомъ мелкихъ и слишкомъ крупныхъ щебенокъ было незначительно, не болѣе 2% общаго объема щебня.

Правительственныя постановленія для опредѣленія крупности шоссейнаго щебня въ разныхъ странахъ различны: въ Баденѣ требуется, чтобы щебенки проходили черезъ кольцо въ 1,77 дюйма (45 миллиметровъ) діаметромъ; въ Ганноверѣ установлено условіе, чтобы щебенки возможно ближе подходили къ кубику отъ 1,34 до 1,57 дюйма (отъ 34 до 40 миллиметровъ) въ сторонѣ; въ Брауншвейгѣ существуетъ подобное же постановленіе, но сторона кубика опредѣлена размѣромъ отъ 1,18 до 1,57 дюйма (отъ 30 до 40 миллиметровъ). Въ Вюртембергѣ, гдѣ употребляется для шоссе большею частью каменный матеріалъ средней крѣпости, для опредѣленія величины щебенокъ установлено кольцо въ 1,97 дюйма (50 миллиметровъ) діаметромъ. Во Франціи высшій предѣлъ величины щебенки принимается въ 2,36 дюйма (60 миллиметровъ), а низшій предѣлъ—въ 0,79 дюйма (20 миллиметровъ).

У насъ въ кондиціяхъ на поставку щебня для ремонта казенныхъ шоссе, одобренныхъ для руководства министромъ путей сообщенія 7 сентября 1878 года, указано условіе, чтобы щебенки были величиною или объемомъ: при твердомъ, гранитномъ камнѣ,—отъ 1 до 2 куб. дюймовъ, въ среднемъ не болѣе 1,5 куб. дюйма; при камнѣ средней твердости, каковъ — кремнистый сланецъ или твердый известнякъ,—отъ 1,5 до 2,5 куб. дюймовъ, въ среднемъ не болѣе 2 куб. дюймовъ; наконецъ, при слабомъ камнѣ,—отъ 2,5 до 4 куб. дюймовъ, въ среднемъ не болѣе 3,25 куб. дюймовъ. Сверхъ этого, въ названныхъ кондиціяхъ заключается другое условіе, состоящее въ томъ, что, при приѣмкѣ поставленнаго матеріала, крупность щебня повѣряется прогрохоткою его черезъ два грохота: одинъ съ квадратными клѣтками въ 0,5 дюйма въ сторонѣ для щебня всѣхъ породъ, другой съ квадратными клѣтками въ 2,25 дюйма для твердаго щебня, въ 2,5 дюйма для щебня средней твердости и въ 2,75 дюйма для слабого щебня, причемъ щебнемъ надлежащей крупности считается только матеріалъ, непроваливающійся черезъ первый грохотъ и проходящій черезъ второй.

Эти два условія, опредѣляющія крупность щебня, противорѣчатъ одно другому. Кромѣ того, самый способъ опредѣленія крупности щебня величиною щебеноекъ въ кубическихъ единицахъ очень неудобенъ: во-первыхъ, онъ даетъ мѣсто произволу, вслѣдствіе трудности опредѣленія объема щебеноекъ при неправильномъ видѣ ихъ; во-вторыхъ, онъ не понятенъ для бойщиковъ, а часто и для низшихъ лицъ технического надзора, такъ какъ ни тѣ, ни другіе не имѣютъ яснаго представленія о кубическихъ единицахъ; въ третьихъ, имъ не обусловливается форма щебеноекъ и потому не предупреждается разбивка камня на легко раздробляющіяся щебенки въ видѣ продолговатыхъ брусковъ и тонкихъ пластинокъ. При опредѣленіи величины щебеноекъ въ кубическихъ дюймахъ, бойщики часто берутъ камень неправильно, на слишкомъ крупныя или слишкомъ мелкія части, потому только, что не знаютъ требованій и не умѣютъ повѣрять правильность своей работы.

Способъ опредѣленія крупности щебня посредствомъ мѣрныхъ колецъ не имѣетъ этихъ недостатковъ: при немъ требованія выражаются точно и наглядно и усваиваются бойщиками безъ затрудненій, а повѣрка правильности работы дѣлается бойщиками легко при помощи раздаваемыхъ имъ колецъ.

Поэтому съ 1885 года, при поставкѣ щебня для устройства и ремонта русскихъ казенныхъ шоссе, способъ опредѣленія крупности щебня объемомъ щебеноекъ все болѣе и болѣе уступаетъ мѣсто способу мѣрныхъ колецъ. Въ настоящее время у насъ примѣняется почти исключительно послѣдній способъ, причемъ размѣры мѣрныхъ колецъ назначаются согласно съ приведенными выше наиболѣе цѣлесообразными предѣлами величины щебеноекъ, а грохоченіе щебня служить лишь средствомъ для надлежащей очистки щебня отъ мелочи и для опредѣленія количества чистаго щебня въ поставленныхъ кучахъ.

44. Грохоченіе щебня; выскѣвки и сцѣпляющій матеріаль. При разбивкѣ камня въ щебень получается довольно много мелкихъ осколковъ и крошекъ каменнаго матеріала. Слѣдуя указаніямъ Макъ-Адама, эту мелочь прежде тщательно отдѣляли отъ щебня грохоченіемъ и отбрасывали какъ негодный матеріаль. Впослѣдствіи французскіе инженеры, обративъ вниманіе на то, что щебеночный слой

сливается въ плотную массу не иначе, какъ при посредствѣ такой же мелочи, образующейся отъ раздробленія части щебня въ самомъ слоѣ, предложили оставлять мелкіе осколки камня въ щебнѣ.

Дѣйствительно, по введеніи этой мѣры въ практику, расходы на устройство и ремонтъ щебеночной одежды уменьшились, какъ отъ отмѣны грохоченія щебня, такъ и отъ уменьшенія употребляемаго количества его, потому что при укатываніи слоя и подъ дѣйствіемъ проѣзда меньше раздавливалось щебня для заполнения промежутковъ между щебенками. Но вмѣстѣ съ тѣмъ обнаружились и существенныя неудобства введенной мѣры: во-первыхъ, количество мелочи въ щебнѣ оставалось неопредѣленнымъ, и потому поставщики щебня мало заботились о выборѣ хорошаго камня и даже намѣренно подмѣшивали къ щебню значительное количество мелочи изъ слабаго, вывѣтрившагося камня; во-вторыхъ, при большомъ количествѣ мелочи, разсыпанной въ слой вмѣстѣ со щебнемъ, щебенки, разъединенныя мелочью, не могли надлежащимъ образомъ сблизиться, долго перемѣщались подъ дѣйствіемъ укатки и проѣзда, теряли отъ стиранія углы и ребра, получали округленную форму и худо соединялись въ плотный слой; въ-третьихъ, щебеночный слой съ значительнымъ количествомъ мелочи оказывался гораздо слабѣе слоя изъ чистаго щебня; наконецъ, въ-четвертыхъ, при маломъ количествѣ мелочи, объемъ мелкихъ частицъ былъ недостаточенъ для заполнения промежутковъ между щебенками.

Съ теченіемъ времени рядъ наблюденій надъ шоссейными дорогами привелъ къ практическому выводу, что каменная мелочь представляетъ полезный матеріалъ для щебеночной одежды, но что нужно принимать мѣры къ тому, чтобы этой мелочи не было въ щебнѣ ни очень много, ни очень мало, и чтобы она не мѣшала сближенію щебеноекъ при сжатіи щебня и сплотненіи щебеночнаго слоя.

Въ настоящее время щебень для устройства шоссе обыкновенно очищаютъ отъ мелкихъ осколковъ и крошекъ камня грохоченіемъ. Отдѣленная мелочь, называемая *высытками*, хотя и не оплачивается особо, но не считается негоднымъ отбросомъ; она употребляется, въ видѣ *связывающаго матеріала*, для заполнения промежутковъ между щебенками, но не иначе, какъ послѣ предварительнаго сближенія ихъ укаткой, и только въ томъ количествѣ, какое необходимо для наполненія пустотъ въ сильно сжатомъ слоѣ щебня. При этомъ,

въ случаѣ малаго количества высѣвокъ, къ щебеночной мелочи прибавляютъ мелкаго хряща или крупнаго песку, а въ случаѣ употребленія щебня изъ каменныхъ породъ, дающихъ слишкомъ вязкую или слишкомъ тощую мелочь, совершенно замѣняютъ высѣвки матеріаломъ, болѣе пригоднымъ для скѣпленія щебеноекъ. Такъ, при употребленіи щебня изъ известняковъ, берутъ для заполнения промежутковъ между щебенками кварцевый хрящъ или крупный песокъ, а при устройствѣ щебеночной одежды изъ кремня или кварцита, употребляютъ въ видѣ заполняющаго матеріала мергельный или шиферный хрящъ.

При машинной бойкѣ камня, щебень очищается отъ мелочи и вмѣстѣ съ тѣмъ раздѣляется на нѣсколько сортовъ по крупности посредствомъ *конического* или *цилиндрическаго грохота* *N* (фиг. 99), приводимаго во вращательное движеніе локобилемъ при дробилкѣ *L*. При ручной бойкѣ, отдѣленіе высѣвокъ производится помощью обыкновеннаго *плоскаго грохота*, состоящаго изъ деревянной рамы съ проволочной сѣткою (фиг. 102), или съ желѣзной рѣшеткою (фиг. 103). Величина отверстій въ сѣткѣ и промежутковъ въ рѣшеткѣ грохота назначается сообразно съ низшимъ предѣломъ величины щебеноекъ, то есть такъ, чтобы черезъ грохотъ свободно проходили щебенки, которыхъ величина меньше низшаго предѣла.

Обыкновенно грохотъ устанавливается въ наклонномъ положеніи (фиг. 104) у мѣста бойки, и рабочій бросаетъ на него щебень лопатою, по мѣрѣ разбивки. Сверхъ того, щебень грохотится по окончаніи бойки и передъ разсыпкою въ слой. Грохоченіе щебня по окончаніи бойки производится старательнѣе первоначальнаго и при томъ непременно въ сухую погоду, потому что иначе мелочь не отдѣляется вполне отъ щебеноекъ. Грохоченіе щебня передъ разсыпкою служить отчасти для отдѣленія каменной мелочи, остающейся въ щебнѣ послѣ предшествующаго грохоченія, а главнымъ образомъ для очистки щебня отъ частицъ грунта, нанесенныхъ въ него вѣтромъ, а также захватываемыхъ лопатами съ поверхности земли, вмѣстѣ со щебнемъ. Это грохоченіе безусловно необходимо при проведеніи шоссе по грунтамъ песчанымъ и черноземнымъ; въ крайнемъ случаѣ оно можетъ быть ограничено только нижней частью кучъ щебня.

Землистые и глинистыя частицы, которыми камни бываютъ бо-

лѣе или менѣе облѣплены, попадаютъ при грохоченіи въ составъ высѣвокъ; если количество этихъ землистыхъ и глинистыхъ частицъ значительно, то ихъ слѣдуетъ отдѣлять отъ мелкихъ осколковъ и крошекъ каменной породы грохоченіемъ высѣвокъ на особомъ грохотѣ съ болѣе мелкими отверстіями, потому что иначе высѣвки не доставятъ щебеночной одеждѣ связи, неразрушаемой дѣйствіемъ сырости. Такимъ же образомъ слѣдуетъ очищать высѣвки отъ заключающагося въ нихъ въ значительномъ количествѣ песка.

Грохоченіемъ щебня достигается извѣстная равномерность щебенокъ; съ этою цѣлю, кромѣ грохоченія черезъ грохотъ съ мелкими отверстіями (*частый грохотъ*), щебень пропускаютъ *иногда* черезъ грохотъ съ отверстіями, соответствующими наибольшей допускаемой величинѣ щебенки (*редкій грохотъ*), причемъ отъ щебня отдѣляются слишкомъ крупныя щебенки. Но въ большинствѣ случаевъ отдѣленіе крупныхъ щебенокъ дѣлается ручной переборкой щебня, для чего во время грохоченія щебня для отдѣленія высѣвокъ рабочіе отбираютъ отъ него слишкомъ крупныя щебенки и отбрасываютъ ихъ въ сторону; та же работа повторяется при разсыпкѣ щебня въ слой и при разравниваніи этого слоя на земляномъ полотнѣ. Отобранныя отъ щебня, слишкомъ крупныя щебенки разбиваются затѣмъ на части.

45. Разсыпка щебня и песка слоємъ при устройствѣ щебеночной одежды. Устройство щебеночной одежды на земляномъ полотнѣ дороги слѣдуетъ начинать не раньше, какъ послѣ надлежащей осадки насыпей, которая зависитъ отъ рода грунта, отъ высоты насыпей и отъ почвенныхъ свойствъ мѣстности. Грунты, легко пропускающіе воду, садятся скоро, и потому на насыпяхъ изъ песчаного и глинисто-песчаного грунта, высотой не болѣе 1 сажени, къ устройству щебеночной одежды можно приступать послѣ двухъ-трехъ сильныхъ дождей, прошедшихъ по возведеніи насыпей. Глинистые грунты садятся гораздо хуже; если высота насыпей изъ глинистаго грунта не велика, не превосходить 0,5 сажени, то ихъ можно приготовить при самомъ возведеніи къ устройству щебеночной одежды посредствомъ искусственнаго уплотненія, то есть посредствомъ трамбованія грунта слоями въ 0,1 сажени. При болѣе высокой насыпи нужно дать улежаться и осѣсть подѣ дѣй-

ствиѣмъ весеннихъ водъ и дождей, на что требуется не менѣе полу-года. Наконецъ, насыпи, возведенныя на болотистой мѣстности, приходится оставлять, для достиженія ими надлежащей осадки, на цѣлый годъ и болѣе, смотря по сжимаемости и глубинѣ болота.

При проведеніи шоссе въ обыкновенныхъ условіяхъ, земляныя работы оканчиваютъ къ началу зимы, въ теченіе зимы заготавливаютъ каменный матеріалъ, въ теченіе весны и лѣта разбиваютъ камень въ щебень и въ концѣ лѣта приступаютъ къ устройству щебеночной одежды. При такомъ расположеніи работъ осадка земляного полотна происходитъ въ теченіе зимы, весны и части лѣта, то есть болѣе полугода, что вполне достаточно для всѣхъ насыпей, за исключеніемъ дамбъ, возведенныхъ на значительныхъ болотахъ.

При производствѣ земляныхъ работъ, насыпямъ даютъ высоту больше назначенной по проекту дороги, на величину ожидаемой осадки, и земляное полотно на всемъ протяженіи ограничиваютъ сверху плоскостью. Приступая къ устройству щебеночной одежды, земляное полотно планируютъ въ мѣстахъ неравнобѣрной осадки и подсыпаютъ въ мѣстахъ размывовъ, выправляютъ продольные уклоны и отдѣлываютъ поверхность земляного полотна такъ, чтобы она имѣла поперечные скаты и видъ, требуемые основнымъ поперечнымъ профилемъ.

Если грунтъ земляного полотна—песчаный или глинисто-песчаный, то поверхность полотна отдѣлывается подъ рассыпку щебня. Для этого, по всей длинѣ дороги, на разстояніяхъ въ 5 или 10 саженъ забиваютъ въ земляное полотно колья *A, B, C* (фиг. 97) по срединѣ и краямъ устраиваемой щебеночной одежды, по три кола въ каждомъ поперечномъ профилѣ; колья эти забиваются такъ, чтобы верхушки ихъ находились точно на уровнѣ проектной подошвы щебеночнаго слоя. Главнѣйшимъ изъ колеьевъ придаютъ надлежащее положеніе по высотѣ съ помощью нивеллира, а остальные заколачиваютъ въ землю по визиркамъ. Затѣмъ, снимая часть грунта съ однихъ мѣстъ земляного полотна и присыпая его на другихъ мѣстахъ, придаютъ поверхности полотна видъ, опредѣляемый верхушками забитыхъ колеьевъ.

Надъ забитыми кольями, поперекъ земляного полотна, устанавливаютъ *шаблоны DE*, сколоченные изъ досокъ и обрѣзанные по чертежу сообразно съ тѣмъ видомъ, какой долженъ имѣть попереч-

ный профиль щебеночного слоя въ рыхломъ тѣлѣ, то есть до укатки. Вдоль земляного полотна, надъ рядами боковыхъ колевъ *A* и *C*, устанавливають на ребро *оградительныя* доски *F* и *G* одинаковой ширины, равной толщинѣ щебеночного слоя по краямъ, въ рыхломъ тѣлѣ. Для упора оградительныхъ досокъ, съ внѣшней стороны ихъ, насыпають обочины изъ растительнаго или песчано-глинистаго грунта и грунтъ этотъ старательно разравнивають и утрамбовываютъ.

Въ корыто, образуемое отдѣланной поверхностью земляного полотна и оградительными досками, насыпають напередъ заготовленный и прогрохоченный щебень, разстилають этотъ щебень слоємъ и выравнивають поверхность слоя желѣзными граблями по верхнимъ краямъ шаблоновъ и оградительныхъ досокъ; затѣмъ доски и шаблоны снимають съ мѣстъ и приступаютъ къ укаткѣ щебеночнаго слоя катками. Отъ дѣйствія укатки происходитъ нѣкоторое расширеніе щебеночнаго слоя, увеличивающееся отъ подошвы слоя къ его поверхности. Въ виду этого, при устройствѣ корыта, оградительныя доски устанавливають на взаимномъ разстояніи, немного меньшемъ назначенной ширины щебеночной одежды, и сверхъ того помѣщаютъ ихъ съ небольшимъ наклономъ во внутрь (фиг. 97).

Разсыпка щебня производится постепенно, отдѣльными участками длиною отъ 250 до 500 сажень, и работа эта подвигается впередъ по мѣрѣ окончанія укатки сдѣланныхъ насыпокъ. Разсыпку щебня слѣдуетъ вести такъ, чтобы впереди укатываемаго участка находилось не болѣе одного участка съ оконченной насыпкой щебня. Неисполненіе этого условія сильно затрудняетъ укатку и ухудшаетъ получаемую щебеночную одежду, такъ какъ разсыпанный слоємъ щебень, оставаясь долго безъ уплотненія, засоряется наносимыми вѣтромъ пескомъ и пылью.

Если земляное полотно состоитъ изъ глинистаго или песчано-глинистаго грунта, то поверхность полотна отдѣляется подъ насыпку песка. Для этого на разстояніяхъ въ 5 или 10 сажень по длинѣ дороги, поперекъ ея, забиваютъ въ земляное полотно кольца, по 5 колевъ въ каждомъ профилѣ, придавая имъ такое положеніе, чтобы одинъ коль находился по срединѣ полотна, два — у краевъ щебеночнаго слоя и два — у бровокъ полотна, и чтобы верхушки ихъ соотвѣтствовали точно проектной подошвѣ песчанаго слоя. Затѣмъ, дѣлая мѣстами срѣзку, мѣстами присыпку грунта, придаютъ

поверхности земляного полотна видъ, опредѣляемый верхушками забитыхъ кольевъ. На отдѣланное такимъ образомъ полотно устанавливаются досчатые шаблоны, изготовленные по чертежу поперечнаго сѣченія песчаного слоя; между шаблонами на полотно насыпается слой песка, поверхность его разравнивается по шаблонамъ и насыпанный слой утрамбовывается. Наконецъ, на поверхности песчаного слоя устраиваютъ корыто и наполняютъ его щебнемъ подобно тому, какъ на полотнѣ изъ песчаного грунта.

Если щебеночная одежда устраивается съ каменными бордюрами, то, вмѣсто установки оградительныхъ досокъ, по краямъ щебеночного слоя укладываются бордюрные камни, такъ что между ними образуется корыто для насыпки щебня. Выравниваніе поверхности насыпаннаго щебня дѣлается и въ этомъ случаѣ по шаблонамъ, поставленнымъ поперекъ полотна, между бордюрами.

46. Уплотненіе щебеночного слоя; производство укатки щебеночной одежды катками. Слой щебня, насыпанный на проѣзжую часть дороги, представляетъ рыхлую массу, которая можетъ сплотиться въ твердую кору только подъ вліяніемъ внѣшнихъ усилій. Въ прежнее время уплотненіе щебеночного слоя предоставлялось естественному дѣйствію проѣзда, но этотъ способъ уплотненія отличается большими неудобствами. Проѣздъ по неукатанному щебеночному слою крайне беспокоенъ для проѣзжающихъ и портитъ экипажи и лошадей; щебенки раздавливаются колесами экипажей, передвигаются проѣздомъ и получаютъ отъ стиранія округленную форму. Затѣмъ, получаемое съ большимъ трудомъ уплотненіе щебеночной одежды ограничивается узкими полосами, и для распространенія укатки на всю ширину одежды приходится прибѣгать къ загражденію заѣзженныхъ полосъ; при этомъ равномерное уплотненіе достигается медленно, съ употребленіемъ добавочнаго щебня и ручной работы и съ нанесеніемъ вреда проѣзду. Наконецъ, способъ этотъ не выгоденъ въ экономическомъ отношеніи, потому что при немъ значительное количество щебня раздробляется и истирается безъ всякой пользы, и въ продолженіе долгаго времени приходится держать на шоссе рабочихъ для заравниванія образующихся колеи и направленія проѣзда.

Для устраненія этихъ неудобствъ, французскій инженеръ По-

лонсо предложилъ въ 1834 году производить уплотненіе щебеночнаго слоя посредствомъ укатки его тяжелымъ каткомъ, съ употребленіемъ спѣвляющаго матеріала. Этотъ способъ уплотненія щебеночнаго слоя оказался вполне цѣлесообразнымъ и потому очень скоро вошелъ въ общее употребленіе. Значеніе искусственной укатки для шоссе такъ существенно, что введеніе ея считается самымъ важнымъ усовершенствованіемъ въ дѣлѣ построенія шоссе-ныхъ дорогъ.

Всѣ неудобства уплотненія щебня проѣздомъ совершенно устраняются искусственной укаткою: отъ провоза по насыпанному слою щебня тяжелаго катка происходитъ прежде всего сжатіе слоя, то есть сближеніе отдѣльныхъ угловатыхъ щебеноекъ до возможной степени, затѣмъ заполненіе оставшихся промежутковъ между щебенками мелочью и наконецъ обращеніе слоя въ плотную кору съ гладкою и не сдавливающеюся поверхностью. При такомъ состояніи слоя, приданная поверхности дороги форма сохраняется неповрежденною проѣздомъ, и равномерное изнашиваніе щебеночнаго слоя начинается одновременно съ открытіемъ дороги. Правда, искусственная укатка увеличиваетъ расходы на постройку дороги, потому что требуетъ затраты значительнаго количества рабочей силы; но это увеличеніе расходовъ гораздо меньше ущерба отъ потери щебня при естественномъ уплотненіи, и ничтожно сравнительно со вредомъ отъ проѣзда по рыхлому слою.

Въ настоящее время къ уплотненію щебеночнаго слоя проѣздомъ прибѣгаютъ только иногда при постройкѣ дорогъ въ сильно гористой мѣстности, съ очень большими уклонами и очень малыми радиусами закругленій, дѣлающими примѣненіе тяжелыхъ катковъ затруднительнымъ.

Отлагая описаніе устройства катковъ различныхъ типовъ до слѣдующаго параграфа, замѣтимъ здѣсь только, что обыкновенно вѣсь катка можно увеличивать посредствомъ нагруженія и что ширина полосы, захватываемой каткомъ при проходѣ колеблется отъ 0,55 до 0,64 сажени.

Укатка щебеночной одежды катками всегда производится отдѣльными недлинными участками, на которые съ этою цѣлью разбивается вся сооружаемая линія дороги. Длина этихъ участков принимается обыкновенно отъ 250 до 500 сажень; болѣе длинные

участки неудобны для надзора и невыгодны въ отношеніи расхода силъ лошадей, работа которыхъ увеличивается отъ введенія частыхъ короткихъ отдыховъ во время перепряжки.

Провозъ катка по укатываемому рыхлому слою щебня совершается слѣдующимъ порядкомъ: установивъ катокъ такъ, чтобы онъ захватывалъ немного обочину, провозятъ его вдоль взятаго участка дороги, сначала по одному краю щебеночнаго слоя (фиг. 105), а затѣмъ, сдѣлавъ поворотъ или переложивъ лошадей, по другому краю; далѣе, подобно этому первому *обороту* катка, дѣлаютъ цѣлый рядъ параллельныхъ оборотовъ, причемъ при каждомъ послѣдующемъ оборотѣ катокъ устанавливается и провозится такъ, что онъ захватываетъ на $\frac{1}{14}$ сажени полосу, пройденную каткомъ при предыдущемъ оборотѣ. Когда катокъ достигнетъ середины щебеночнаго слоя и пройдетъ по ней, то-есть окончить первый *проходъ* по каждому мѣсту слоя, его вновь устанавливаютъ на тотъ край участка, съ котораго начата укатка, и во второй разъ, посредствомъ цѣлаго ряда оборотовъ, провозятъ катокъ по всей поверхности укатываемаго участка. Подобное передвиженіе катка совершается до тѣхъ поръ, пока щебеночный слой не получитъ надлежащаго уплотненія.

Часто провозъ катка производится нѣсколько иначе: сначала дѣлаютъ нѣсколько оборотовъ по краямъ 11—11 (фиг. 105) укатываемаго участка, затѣмъ столько же оборотовъ по смежнымъ полосамъ 22—22 и наконецъ рядъ провозовъ катка взадъ и впередъ по осевой полосѣ 33—33 участка, послѣ чего снова переходятъ къ краямъ укатываемаго слоя.

Постепенный переходъ отъ краевъ дорожной одежды къ срединѣ, при провозѣ катка, дѣлается съ цѣлью предупредить боковое расползаніе щебеночнаго слоя уплотненіемъ крайнихъ полосъ укатываемаго участка раньше среднихъ.

При провозѣ катка постепенно увеличиваютъ его вѣсъ. Это дѣлается такъ: сначала возятъ катокъ безъ нагрузки; затѣмъ, по мѣрѣ сжатія щебеночнаго слоя, катокъ нагружаютъ за нѣсколько приѣмовъ, пока вѣсъ его не достигнетъ наибольшей величины; наконецъ производятъ укатку каткомъ съ полною нагрузкою до совершеннаго уплотненія слоя.

Число проходовъ катка по каждому мѣсту слоя, потребное для

надлежащей укатки щебня, зависит от толщины укатываемого слоя, от крупности щебня и от крепости каменного материала; чѣмъ слой толще, чѣмъ щебень крупнѣе и чѣмъ матеріаль крѣпче, тѣмъ больше должно быть число проходовъ катка. По опыту найдемъ, что для полнаго уплотненія щебеночнаго слоя требуется провезти катокъ надлежащаго вѣса и устройства по *каждому мѣсту* отъ 50 до 70 разъ при щебнѣ изъ крѣпкаго камня и отъ 30 до 40 разъ при щебнѣ изъ слабаго камня. Если число проходовъ катка принимается равнымъ 50, то лучше всего провезти катокъ 5 разъ по каждому мѣсту безъ нагрузки, 20 разъ съ постепеннымъ нагруженіемъ до полнаго вѣса и 25 разъ съ полною нагрузкою.

Производство укатки можно раздѣлить на два періода. Въ *первомъ періодѣ* катокъ возятъ по слою чистаго щебня и заставляють щебень сжаться. При первыхъ проходахъ катокъ углубляется въ рыхлый щебень, образуетъ передъ собою волну, распластываетъ ее движеніемъ впередъ и оставляетъ за собою широкій слѣдъ. Образуется при этомъ также боковая волна, которую рабочіе должны немедленно разравнивать. Величина этихъ волнъ постепенно уменьшается при слѣдующихъ проходахъ катка и къ концу перваго періода дѣлается незамѣтною. Въ первомъ періодѣ укатки свободно лежащія щебенки, подъ давленіемъ катка, взаимно сближаются, то есть промежутки между ними уменьшаются; этотъ періодъ требуетъ около половины всего необходимаго числа проходовъ катка и считается оконченнымъ только тогда, когда щебенки потеряють свою подвижность въ вертикальномъ направленіи. Во *второмъ періодѣ* разсыпають по поверхности щебеночнаго слоя, за нѣсколько пріемовъ, сцѣпляющій или заполняющій матеріаль и возятъ катокъ по сжатому слою, покрытому слегка этимъ матеріаломъ; при этомъ сцѣпляющій матеріаль, отъ дѣйствія сотрясеній при движеніи катка, опускается между щебенками и заполняетъ оставшіеся между ними промежутки, вслѣдствіе чего слой щебня обращается въ плотную кору.

Не слѣдуетъ ни въ какомъ случаѣ насыпать сцѣпляющій матеріаль на рыхлый щебеночный слой передъ началомъ укатки или во время перваго періода ея, потому что мелочь, попадая въ промежутки рыхлаго слоя въ слишкомъ большомъ количествѣ, мѣшаетъ щебенкамъ надлежащимъ образомъ сближаться и только вредитъ

сцѣплению ихъ. Кромѣ того, разсыпку сцѣпляющаго матеріала необходимо производить по частямъ, очень тонкимъ слоемъ, сначала по всей поверхности укатываемаго участка, а потомъ на тѣхъ только мѣстахъ, которыя обнажаются; когда поверхность щебеночнаго слоя перестаетъ обнажаться, разсыпку заполняющаго матеріала прекращаютъ.

Количество употребляемаго при укаткѣ сцѣпляющаго матеріала зависитъ отъ свойствъ щебня, но во всякомъ случаѣ должно быть не болѣе 12⁰/₀ всего объема щебня. Сцѣпляющій матеріалъ ни подъ какимъ видомъ не долженъ содержать въ себѣ значительнаго количества песка, глины или чернозема. Обыкновенно наилучшимъ сцѣпляющимъ матеріаломъ представляются высѣвки, отдѣляемые отъ щебня посредствомъ грохоченія, при бойкѣ, или при оправкѣ въ кучи, или передъ разсыпкой. Иногда, въ случаѣ малаго количества высѣвокъ, къ нимъ прибавляютъ мелкаго хряща; въ случаѣ же устройства щебеночной одежды изъ известняка или изъ кремня, замѣняютъ высѣвки соотвѣтственно кварцевымъ или мергельнымъ хрящомъ.

Для надлежащаго сплотненія щебеночнаго слоя подъ давлениемъ катка необходимо, чтобы щебень смачивался водою во время укатки: смоченныя щебенки легко скользятъ одна по другой и свободно занимаютъ то положеніе, при которомъ щебеночный слой обращается въ плотную кору; кромѣ того, сцѣпляющій матеріалъ, смоченный водою, не проваливается черезъ слой щебня до самой его подошвы, а мало по малу заполняетъ промежутки между щебенками, чѣмъ окончательно закрѣпляется занятое ими положеніе. Поэтому наилучшее время для производства укатки—первая половина осени, когда идутъ частые и короткіе дожди, и вообще дождливая погода. Если приходится производить укатку въ сухую погоду, то безусловно необходимо поливать водою укатываемый слой щебня; обыкновенно *поливка* эта дѣлается посредствомъ поливальныхъ бочекъ съ водою, провозимыхъ передъ каткомъ по щебеночному слою. Для полной успѣшности укатки, при каждомъ каткѣ должно быть не менѣе трехъ бочекъ.

Начавъ укатку, слѣдуетъ производить ее безостановочно до полного уплотненія щебеночнаго слоя. Недоконченная укатка представляетъ напрасную затрату трудовъ и средствъ, такъ какъ щебень,

сохранившій нѣкоторую подвижность, часто снова разрыхляется подъ дѣйствіемъ проѣзда; въ этомъ отношеніи лучше сдѣлать лишнее, чѣмъ не довести работу до конца.

Неровности, образующіяся на поверхности щебеночнаго слоя при укаткѣ, задылаются запаснымъ щебнемъ, какъ только матеріаль слоя перестанетъ передвигаться передъ каткомъ, раньше окончательнаго уплотненія одежды; для этой цѣли, при разсыпкѣ щебня слоемъ, часть его (не менѣе $\frac{1}{70}$) оставляютъ неразсыпанной въ видѣ запаса. *Окончательнымъ уплотненіемъ* слоя считается то, при которомъ брошенная на поверхность шоссе щебенка средней величины, при проходѣ надъ нею катка, не вдавливается въ укатанный слой, а раздробляется.

По окончаніи укатки, поверхность щебеночной одежды покрываютъ обыкновенно слоемъ выѣвокъ или иного мелкаго матеріала, что дѣлается съ цѣлью предупредить выбиваніе отдѣльныхъ щебеночекъ копытами лошадей. Въ этомъ случаѣ мелкій матеріаль можетъ заключать въ себѣ значительное количество землистыхъ частей, такъ какъ онъ не вводится въ составъ щебеночнаго слоя, а служитъ только покрываломъ для слоя на первое время.

Въ катокъ нужно запрягать столько лошадей, чтобы движеніе его совершалось легко, безъ затрудненій; лошадей слѣдуетъ нанимать по возможности одинаковыхъ, сѣзженныхъ и поручать ихъ опытному погонщику. Во время укатки и передъ приступомъ къ ней необходимо съ большимъ вниманіемъ заботиться объ очисткѣ, смазкѣ и исправности катка. При каждомъ каткѣ должны постоянно находиться поливальные бочки, чтобы ими можно было пользоваться въ случаѣ необходимости.

47. Устройство конныхъ шоссейныхъ катковъ для укатки щебеночной одежды. Шоссейные катки, посредствомъ которыхъ производится искусственное уплотненіе щебеночнаго слоя, состоятъ вообще изъ тяжелыхъ цилиндровъ и изъ приспособленій для перевозки и нагруженія ихъ. По матеріалу, изъ котораго дѣлаются цилиндры, катки бываютъ *деревянные, чугунные и каменные*. Деревянные катки употреблялись въ первое время введенія искусственной укатки одежды и теперь совершенно оставлены; въ настоящее время примѣняются почти исключительно чугунные и въ рѣдкихъ случаяхъ

каменные, гранитные катки. По роду движущей силы, служащей для перемѣщенія, катки раздѣляются на *конные* и *паровые*.

Устройство конныхъ катковъ очень разнообразно; ниже приведено описаніе наиболѣе извѣстныхъ и употребительныхъ типовъ этихъ катковъ.

Катокъ Полонсо (Polonceau), первый по времени, былъ устроенъ довольно искусно. Цилиндръ этого катка, въ 1 сажень діаметромъ и 0,75 сажени длиною, состоялъ изъ толстыхъ дубовыхъ досокъ, соединенныхъ между собою, окованныхъ желѣзными обручами и прибитыхъ гвоздями къ двумъ сплошнымъ деревяннымъ дискамъ, закрывавшимъ цилиндръ съ боковъ. Эти доски имѣли вогнутость въ 0,15 сажени къ срединѣ, что было сдѣлано съ цѣлью заставить цилиндръ лучше прилегать къ выпуклой поверхности шоссе и сдвигать щебень подъ катокъ. Въ боковыхъ дискахъ были прорѣзаны закрывавшіяся дверцами отверстія, черезъ которыхъ цилиндръ наполнялся пескомъ или гравіемъ, когда являлась необходимость увеличить вѣсъ катка. Къ рамѣ, охватывавшей цилиндръ и поддерживавшейся концами желѣзной оси цилиндра, было прикрѣплено спереди дышло, а сзади противовѣсъ, уравнивавшій дышло, такъ что вся тяжесть рамы передавалась на поверхность дороги цилиндромъ. Пустой катокъ вѣсилъ только 75 пудовъ и перевозился легко, по наполненіи же цилиндра пескомъ вѣсъ катка достигалъ 375 пудовъ; такимъ образомъ устройство катка давало возможность измѣнять въ широкихъ предѣлахъ производимое имъ давленіе.

По поводу особенностей этого катка необходимо замѣтить, что вогнутая форма боковой поверхности цилиндра не представляетъ никакой выгоды: выпуклость щебеночной одежды ничтожна на полосѣ, соотвѣтствующей ширинѣ катка, и выпуклую поверхность шоссе легко составить изъ неширокихъ плоскихъ полосъ; съ другой стороны, вогнутость цилиндра можетъ служить причиной образованія въ щебеночномъ слой бороздъ, въ случаѣ неплотнаго прилеганія цилиндра къ поверхности слоя. Затѣмъ, деревянный цилиндръ неудобенъ для уплотненія твердаго щебня, потому что щебенки врѣзываются въ дерево, скоро портятъ цилиндръ и мѣшаютъ движенію катка; впрочемъ это неудобство можно устранить обивкой цилиндра листовымъ желѣзомъ.

Катокъ Шатенмана (Schattenmann) состоитъ изъ чугунаго цилиндра *A* (фиг. 106) съ желѣзной осью, соединенной съ цилиндромъ посредствомъ чугунныхъ спицъ *B*; концы оси охвачены чугунными подушками *C*, поддерживающими деревянную раму *D*. Къ рамѣ прикрѣпленъ на поперечныхъ брускахъ *E* деревянный ящикъ *F*, который можно наполнять балластомъ. Снизу, къ обоимъ концамъ рамы придѣланы вращающіеся на осяхъ валики *T*, ободья которыхъ не касаются поверхности дороги; эти валики служатъ для поддержанія катка, при потерѣ имъ равновѣсія на участкахъ шоссе со значительными уклонами. Къ рамѣ прикрѣплено дышло *H*, къ которому припрягаются лошади. Диаметръ и длина цилиндра одинаковы и равны 0,65 сажени; собственный вѣсъ катка составляетъ 180 пудовъ, вѣсъ нагрузки можно доводить тоже до 180 пудовъ.

Катокъ, изображенный на фигурѣ 107, сходенъ съ каткомъ Шатенмана, но представляетъ нѣкоторыя улучшенія въ конструкціи. Въ немъ цилиндръ *A* соединенъ съ осью посредствомъ шести спицъ *B* съ каждой стороны, что важно для прочности катка. Деревянные рама и ящикъ, скоро портящіеся отъ сырости и сотрясеній, замѣнены въ этомъ каткѣ желѣзными *D* и *F*. Для остановки катка служить тормазъ *E*, который можно прижимать къ катку вращеніемъ рукоятки *G*. Для счистки грязи и щебенокъ, пристающихъ къ цилиндру при провозѣ катка въ сырую погоду и при укаткѣ, къ рамѣ придѣланы скребки *L*. Между чугунными подушками *C* и концами оси цилиндра вставлены мѣдные подшипники, уменьшающіе стираніе подушекъ. Приспособленія *H* и *J*, для прикрѣпленія дышла *K* и запряжки лошадей, устроены съ обѣихъ сторонъ катка, такъ что при переѣмѣ направленія тяги нѣтъ нужды поворачивать катокъ, а достаточно только переложить лошадей. Диаметръ цилиндра—0,60 сажени, а его длина—0,58 сажени; толщина стѣнки цилиндра 2,5 дюйма. Вѣсъ катка безъ нагрузки—230 пудовъ, а съ полною нагрузкою—360 пудовъ.

Въ описанныхъ каткахъ ящикъ для нагрузки помѣщенъ надъ цилиндромъ и вслѣдствіе этого центръ тяжести всего прибора, по нагруженіи его, располагается очень высоко. Такое устройство дѣлаетъ эти катки мало-устойчивыми, валкими; кромѣ того, для нагрузки и разгрузки ихъ требуется много труда.

Этихъ неудобствъ не имѣетъ *французскій катокъ*, изображенный

на фигурѣ 108. Онъ состоитъ изъ чугуннаго цилиндра *A* и желѣзной рамы *B* съ двумя ящиками изъ листового желѣза *C* и *D*, емкостью около 0,08 куб. сажени каждый, въ которые насыпается, по мѣрѣ необходимости, песокъ или щебень. При каткѣ имѣется тормазъ, который можно прижимать къ цилиндру посредствомъ винта *H*. Для счистки грязи и щебеноекъ съ цилиндра, къ рамѣ подвѣшены на болтикахъ *J* скребки; въ случаяхъ, когда въ этихъ скребкахъ нѣтъ нужды, ихъ подвѣшиваютъ къ крючкамъ *L*, какъ показано на фигурѣ. Къ рамѣ прикрѣплены два дышла *E* и *F*, дающіе возможность производить укатку въ ту или другую сторону безъ поворачиванія катка; дышла эти вращаются на болтѣ, такъ что ихъ можно по желанію или поднять вверхъ, или привести въ горизонтальное положеніе и закрѣпить посредствомъ засова *M*. Центръ тяжести нагрузки расположенъ низко и потому катокъ устойчивъ въ надлежащей мѣрѣ. Подобные катки изготовляются на заводѣ Буильяна (Bouillant) въ Парижѣ и очень распространены во Франціи. Собственный вѣсъ этого катка составляетъ 190 пудовъ, а вѣсъ песка или щебня въ ящикахъ можетъ быть доводимъ тоже до 190 пудовъ, такъ что полный вѣсъ катка достигаетъ до 380 пудовъ; діаметръ цилиндра равенъ 0,60 сажени, а длина его—0,55 сажени. Катокъ этотъ очень проченъ, удобенъ для укатки и стоитъ около 2000 франковъ въ Парижѣ.

По образцу французскаго катка инженеромъ Полозовскимъ очень удачно спроектированъ катокъ, изображенный на фигурѣ 109. Чугунный цилиндръ *A* этого катка соединенъ съ желѣзною осью *N* посредствомъ четырехъ чугунныхъ спицъ *R* съ каждой стороны. Рама *B* состоитъ изъ двухъ прямыхъ желѣзныхъ балокъ корытнаго сѣченія, и къ ней прикрѣплены два ящика изъ листового желѣза *C* для нагруженія катка пескомъ или хрящемъ и деревянные кѣзлы *D*. Къ рамѣ приболчены тормазъ *G* и скребки *K*; къ ящикамъ прилепаны колѣнчатые рычаги *S*, служащіе для поддержанія рамы въ томъ случаѣ, когда она переваливается на одну сторону. Къ обоимъ концамъ рамы придѣланы приспособленія *F* и *E* для прицѣпки дышла *L* и вальковъ *M* съ постромками. Діаметръ цилиндра равенъ 0,60 сажени, а длина его—0,55 сажени; вѣсъ катка безъ нагрузки составляетъ 210 пудовъ, а съ полною нагрузкою 370 пудовъ; для перемѣщенія его при укаткѣ щебеночной одежды требуется 7—8

сѣзженныхъ лошадей средней силы. Катки такого устройства изготовляются машино-строительнымъ заводомъ Вечерека въ Бѣлостокѣ; въ періодъ времени съ 1890 по 1897 годъ заводомъ изготовлено болѣе 100 такихъ катковъ для постройки новыхъ шоссе въ Западномъ краѣ и для ремонта шоссе въ Кіевскомъ округѣ путей сообщенія. На вновь устроенныхъ шоссе этими катками укатано болѣе 1500 верстъ щебеночной одежды, причемъ на практикѣ выяснились ихъ хорошія качества: удобство для укатки и прочная конструкція. Стоимость катка такого устройства—890 рублей въ Бѣлостокѣ, съ доставкой на станцію желѣзной дороги и съ постановкой на вагонную платформу.

Иногда, для уменьшенія стоимости, въ каткѣ описаннаго типа рама и ящикъ дѣлаются изъ дерева; такого устройства катокъ изображенъ на фигурѣ 110. Онъ состоитъ изъ тѣхъ же главныхъ частей, какъ и предыдущій: *A*—чугунный цилиндръ, *B*—деревянная рама *C* и *D*—досчатые ящики для нагрузки, *E* и *F*—бруска для прикрѣпленія дышелей и вальковъ. Вѣсъ его—150 пудовъ безъ нагрузки и 220 пудовъ при полной нагрузкѣ. Такіе катки не прочны, легковѣсны, принимаютъ небольшую нагрузку, и потому мало пригодны для укатки новой щебеночной одежды при устройствѣ шоссе, но съ пользою примѣняются при ремонтѣ шоссеиныхъ дорогъ съ несильнымъ проѣздомъ.

Въ Германіи въ большомъ употребленіи катки, нагружаемые водою. Катокъ этого типа, примѣняемый для укатки шоссе въ Штутгартѣ (фиг. 116, *a* и *b*), состоитъ изъ чугуннаго цилиндра, діаметромъ и длиною въ 0,65 сажени; стѣнка цилиндра отлита толщиною въ 2,5 дюйма и укрѣплена внутри ребордами *B*. Съ боковъ цилиндръ закрытъ привинченными къ крайнимъ ребордамъ днищами *C*, въ которыхъ сдѣланы два отверстія: одно *D* для наливаія въ цилиндръ воды, другое *E* для осмотра цилиндра. На желѣзную ось цилиндра *F*, толщиною въ 5 дюймовъ, надѣта желѣзная рама, къ которой прикрѣплены приспособленія для счистки съ цилиндра пристающаго матеріала *G*, для тормаженія катка *H* и для соединенія рамы съ дышломъ *J*. Вѣсъ катка безъ воды составляетъ около 300 пудовъ, а съ водою—около 360 пудовъ; въ запряжку для передвиженія его необходимо не менѣе 6 сильныхъ лошадей. Подобный катокъ стоитъ въ Берлинѣ около 1700 марокъ.

Катокъ Буилляна (Bouillant) сходенъ съ предыдущимъ, но удобнѣе для маневрированія. Въ чугунномъ цилиндрѣ *A* (фиг. 111) этого катка помѣщенъ цилиндрической закрытый барабанъ *B* изъ листового желѣза. Къ боковой стѣнкѣ этого барабана придѣланъ кранъ *C* для наполненія его водою; въ той же стѣнкѣ сдѣланы отверстія *D* и *E*, открываемыя для выпуска и впуска воздуха при наполненіи и опоражниваніи барабана. Рама *F* имѣетъ видъ кольца и къ ней прикрѣплены: два небольшихъ колеса *G*, имѣющія такое же назначеніе, какъ валики въ каткѣ Шатенмана, тормазъ *K* и скребки *L*. Кольцо рамы *F* охвачено другимъ кольцомъ *H*, могущимъ вращаться около перваго и соединеннымъ съ дышломъ *J*, что даетъ возможность мѣнять направленіе тяги однимъ вращеніемъ кольца *H*, безъ перепряжки лошадей и безъ поворота катка. Этотъ катокъ, при діаметрѣ цилиндра въ 0,80 саж. и длинѣ въ 0,60 саж., вѣситъ пустой 250 пудовъ, а съ нагрузкою 360 пудовъ. Сложная конструкція и затруднительность исправленія дѣлають его мало пригоднымъ для работъ въ открытой мѣстности, вдали отъ заводовъ.

Въ Варшавскомъ округѣ путей сообщенія, при ремонтѣ шоссе, для укатки сплошныхъ розсыпей щебня употребляется *катокъ съ передкомъ и съ нагрузкой водою* (фиг. 112). Чугунный цилиндръ *A* этого катка, діаметромъ 0,67 сажени и длиною 0,60 сажени, закрытъ съ боковъ чугунными днищами *C*, черезъ которыя проходитъ желѣзная ось *F*, поддерживающая концами желѣзную раму *B*, съ прикрѣпленными къ ней скребками *G* и тормазами *H*. Подшипники оси снабжены автоматическими маслянками и закрыты съ одной стороны ребордами днищъ, а съ другой выступами вкладышей. Въ одномъ изъ днищъ имѣется отверстіе *D* для наливанія въ цилиндръ воды и лазъ *E* для осмотра цилиндра изнутри и для подвинчиванія гайкъ на болтахъ, скрѣпляющихъ днища съ цилиндромъ. Лошади припрягаются къ передку, который скрѣпляется съ рамой и состоитъ изъ колеснаго хода *L* съ деревянными козлами *K* и дышломъ *J*. Сообразно съ направленіемъ движенія, скрѣпленіе передка съ рамой дѣлается съ той или другой стороны посредствомъ крюковъ *M* и дышла, конецъ котораго закладывается въ коробку *N* рамы. Вѣсъ порожняго катка—250 пудовъ, а съ полною нагрузкою водою—340 пудовъ; стоимость его—975 рублей въ Варшавѣ.

Во Франціи можно встрѣтить катки, въ которыхъ увеличеніе

вѣса производится двумя способами, наполненіемъ цилиндра водою и насыпаніемъ въ ящики щебня. Вѣсъ подобныхъ катковъ смѣшаннаго типа составляетъ безъ нагрузки около 320 пудовъ, а съ двойною нагрузкою до 610 пудовъ.

Въ *Вюртембергѣ* употребляется на шоссейныхъ дорогахъ катокъ (фиг. 113 и 114), состоящій изъ трехъ чугунныхъ цилиндровъ: одного—впереди и двухъ—сзади. Передній цилиндръ *A* помѣщается по срединѣ катка и можетъ поворачиваться вмѣстѣ съ переднимъ ходомъ его *B*, а оба задніе цилиндра *C* расположены по краямъ, насажены на одну ось и соединены съ кузовомъ *D* катка, который имѣетъ видъ деревяннаго ящика, наполняемаго въ случаѣ необходимости камнемъ; ширина промежутка между задними цилиндрами немного меньше длины передняго цилиндра. У каждого изъ цилиндровъ приделанъ скребокъ *E* для счистки пристающаго при укаткѣ щебня, а къ обоимъ заднимъ цилиндрамъ примыкаетъ тормазъ *F*. Передній ходъ вращается на 90° , что даетъ возможность поворачивать катокъ на самомъ маломъ пространствѣ. Толщина стѣнокъ чугунныхъ цилиндровъ равна 2 дюймамъ; вѣсъ пустого катка достигаетъ 225 пудовъ, а нагруженнаго камнемъ—360 пудовъ.

При ремонтѣ шоссейныхъ дорогъ вблизи С.-Петербурга употребляются иногда *каменные катки*; на фигурѣ 115 изображенъ такой катокъ. Цилиндръ *A* этого катка—сплошной, діаметромъ 0,54 и длиною 0,52 сажени, и вытесанъ изъ твердаго сѣраго гранита. Желѣзная ось проходитъ насквозь черезъ цилиндръ, залита въ немъ свинцомъ и поддерживается концами деревянную, березовую раму *B*, скрѣпленную по угламъ желѣзными наугольниками. Къ рамѣ прикрѣплены скобы для дышла *C* и крюки для вальковъ *D*; при перемѣнѣ направленія возки, дышло и вальки переносятся съ одного края рамы на другой. На рамѣ, надъ цилиндромъ, помѣщено сидѣнье *E* для погонщика. Вѣсъ этого катка—200 пудовъ, а стоимость его—375 рублей. Сплошные каменные цилиндры гораздо долговѣчнѣе полыхъ чугунныхъ цилиндровъ, которые быстро изнашиваются при укаткѣ и нерѣдко растрескиваются; кромѣ того, каменные цилиндры дешевле чугунныхъ, особенно въ мѣстностяхъ, изобилующихъ сплошными каменными породами. Изготовленіемъ каменныхъ цилиндровъ для катковъ занимается купецъ Звѣревъ въ Ораніенбаумѣ.

Какъ видно изъ приведеннаго выше описанія болѣе употребительныхъ типовъ конныхъ катковъ, вѣсъ и главные размѣры катковъ колеблются въ нѣкоторыхъ предѣлахъ. Эти предѣлы обуславливаются удобствомъ обращенія съ катками, при производствѣ укатки, и требуемой степенью уплотненія щебеночнаго слоя.

Вѣсъ катка и *ширина* его, принимаемая равною длинѣ цилиндра, должны находиться въ опредѣленномъ отношеніи между собою, такъ какъ слишкомъ тяжелые и узкіе катки вдавливаются въ щебеночный слой и раздробляютъ щебень, а широкіе и очень легкіе слабо уплотняютъ щебень; вообще, чѣмъ крѣпче каменный матеріалъ, тѣмъ больше долженъ быть вѣсъ катка, при одинаковой ширинѣ его. Произведенные опыты показываютъ, что наилучшимъ давленіемъ на погонный футъ ширины катка слѣдуетъ считать: для нетяжелыхъ катковъ безъ нагрузки 55 пудовъ, съ полною нагрузкою 90 пудовъ, а для тяжелыхъ катковъ безъ нагрузки 85 пудовъ, съ полною нагрузкою 130 пудовъ. Ширина катка дѣлается обыкновенно равною отъ 0,55 до 0,65 сажени; она опредѣляется тѣмъ, что болѣе узкіе катки мало устойчивы, а болѣе широкіе, при требуемомъ давленіи на единицу ширины, очень тяжелы для конной тяги, неповоротливы и неудобны для работы.

Такъ какъ сопротивленіе катка движенію уменьшается съ увеличеніемъ *діаметра* цилиндра его, то для облегченія провоза катковъ представляется полезнымъ дѣлать этотъ діаметръ возможно бѣльшимъ; но необходимость удобнаго расположенія по высотѣ дышла и постромковъ, а также требованія устойчивости, заставляютъ ограничивать величину діаметра. Въ первое время примѣненія катковъ, придавали цилиндрамъ ихъ діаметръ около 1 сажени, но впослѣдствіи, слѣдуя указаніямъ практики, стали уменьшать этотъ размѣръ; въ настоящее время діаметръ цилиндра въ каткахъ измѣняется отъ 0,54 до 0,80 сажени.

48. Паровые шоссейные катки. Вѣсъ конныхъ катковъ ограничивается тѣмъ, что представляется нецѣлесообразнымъ запрягать въ нихъ болѣе 8 лошадей, такъ какъ полезная работа каждой лошади сильно убываетъ съ увеличеніемъ числа лошадей въ запряжкѣ; опредѣляемый этимъ условіемъ вѣсъ катковъ, при очень крѣпкомъ камнѣ и при толстомъ слоѣ щебня, иногда оказывается недостаточ-

нымъ для надлежащаго уплотненія слоя. При большихъ продольныхъ уклонахъ и при крутыхъ поворотахъ дорогъ укатка щебеночнаго слоя конными катками становится крайне трудной и иногда даже невозможной. При укаткѣ щебеночнаго слоя конными катками щебень разрыхляется ногами лошадей, вслѣдствіе чего уплотненіе слоя замедляется. Конные катки съ соотвѣтственной запряжкой занимаютъ много мѣста, и потому употребленіе ихъ при ремонтѣ шоссе сильно затрудняетъ проѣздъ. Наконецъ, укатка конными катками требуетъ затраты большого количества работы упряжныхъ животныхъ, при очень медленномъ движеніи ихъ и при частыхъ остановкахъ для перемѣны направленія; поэтому она обходится дорого и занимаетъ много времени.

Неудобства конныхъ катковъ вызвали попытки замѣнить при укаткѣ шоссе силу живыхъ двигателей силою пара. Первая такая попытка состояла въ томъ, что на обыкновенный конный катокъ была помѣщена паровая машина, поршень которой приводилъ во вращеніе ось чугуннаго цилиндра. Эта попытка была неудачна: катокъ оказался неустойчивымъ, вслѣдствіе чего паровой котель, при движеніи его, наклонялся то впередъ, то назадъ, и не могъ дѣйствовать правильно, хотя къ рамѣ катка и были придѣланы спереди и сзади два небольшія колеса, какъ въ каткѣ Буильяна. Послѣдующія попытки въ томъ же направленіи имѣли больше успѣха, и съ начала шестидесятыхъ годовъ прошлаго столѣтія паровые катки заняли твердое положеніе въ шоссеинномъ дѣлѣ.

Въ настоящее время извѣстны двѣ системы устройства паровыхъ катковъ: *французская* и *англійская*. Катки первой системы отличаются двумя цилиндрами одинаковаго діаметра и одинаковой длины; катки второй системы характеризуются четырьмя цилиндрами попарно разнаго діаметра и разной длины.

Первый катокъ французской системы изобрѣтенъ *Баллезономъ* (*Ballaisson*) въ Парижѣ въ 1861 году. Катки этой системы получили затѣмъ значительныя усовершенствованія и изготовляются теперь во Франціи фирмой Желлера (*Gellerat*) въ Парижѣ, а въ Германіи заводомъ Маффеи (*Maffei*) въ Мюнхенѣ.

Паровой катокъ Баллезона, усовершенствованный Желлера, состоитъ (фиг. 117) изъ двухъ одинаковыхъ чугунныхъ цилиндровъ *А*, отъ 0,56 до 0,70 сажени діаметромъ и въ 0,68 сажени длиною,

расположенныхъ въ разстояніи отъ 1,41 до 1,87 сажени ось отъ оси. Концы осей *B* поддерживаютъ раму *C*, на которой помѣщена паровая машина *D*; шатуны машины сообщаютъ катку движеніе посредствомъ зубчатыхъ колесъ *E* и безконечныхъ цѣпей *F*. Всѣхъ всего катка колеблется отъ 1070 до 1375 пудовъ и распредѣляется почти одинаково на оба цилиндра. Приспособленіе для перемѣны хода машины позволяетъ придавать катку движеніе впередъ и назадъ, безъ поворотовъ: кромѣ того, оси обоихъ цилиндровъ можно поворачивать въ горизонтальной плоскости и заставлятъ этимъ катокъ описывать кривыя даже малыхъ радіусовъ. По опытамъ, произведеннымъ въ Парижѣ, укатка этимъ паровымъ каткомъ обходится въ 1,3 раза дешевле конной укатки; времени для укатки при паровомъ каткѣ требуется почти вдвое меньше, а достигаемое уплотненіе щебня гораздо сильнѣе, чѣмъ при конномъ каткѣ.

Первый катокъ англійской системы устроенъ *Эвелингомъ и Портеромъ* (*Aveling and Porter*) въ Рочестерѣ въ 1869 году. Катки этой системы получили широкое распространеніе и изготовляются теперь въ Англіи, во Франціи, въ Германіи и въ Россіи. Въ конструкцію катковъ англійской системы введено заводами, изготовляющими ихъ, много улучшеній и особенностей; каждый заводъ вырабатываетъ свой типъ катка англійской системы. Изъ числа заводовъ, занимающихся изготовленіемъ катковъ этой системы, можно указать слѣдующіе: въ Англіи заводъ Симпсона и Портера (*Simpson and Porter*) въ Лондонѣ, заводъ Эвелинга и Портера въ Рочестерѣ и заводъ Джона Фоулера (*John Fowler*) въ Лидсѣ, во Франціи заводъ Альбаре (*Albaret*) въ Лянкурѣ, въ Германіи заводъ Крауса (*Krauss*) въ Мюнхенѣ, заводъ Циклопъ (*Cyclop*) въ Берлинѣ, заводъ Куна (*Kuhn*) въ Штутгартѣ и заводъ машино-строительнаго общества въ Гейльброннѣ, въ Россіи заводъ Гейслера въ Варшавѣ и заводъ Санъ-Гали въ С.-Петербурѣ.

Паровой катокъ Эвелинга и Портера состоитъ изъ двухъ паръ чугунныхъ цилиндровъ *A* (фиг. 118), поддерживающихъ паровую машину; діаметръ переднихъ цилиндровъ меньше діаметра заднихъ, а длина первыхъ больше длины вторыхъ. Передніе цилиндры примыкаютъ одинъ къ другому, а задніе имѣютъ между собою промежутокъ на 0,05 сажени менѣе общей длины переднихъ цилиндровъ, такъ что пути цилиндровъ немного покрываются одни дру-

гими. Задніе цилиндры приводятся въ движеніе паровой машиной и являются такимъ образомъ движущими; передніе цилиндры могутъ поворачиваться около вертикальной оси и даютъ возможность направлять катокъ по кривымъ любого радіуса, то есть служатъ направляющими движенія. Оба передніе цилиндра имѣютъ небольшую коничность и расположены такъ, что внизу производящія ихъ, касающіяся къ поверхности дороги, образуютъ одну непрерывную прямую линію, а сверху между поверхностями цилиндровъ имѣется промежутокъ, въ которомъ помѣщается шкворень *B*, поддерживающій при посредствѣ букса *C* переднюю часть парового котла *D*. Задняя часть котла, соединенная съ платформой для машиниста и съ ящиками для запасовъ воды и топлива, помѣщается на оси заднихъ цилиндровъ. Движеніе поршня въ паровомъ цилиндрѣ *E* передается, посредствомъ четырехъ зубчатыхъ колесъ, оси заднихъ цилиндровъ. Для поворачиванія переднихъ цилиндровъ на шкворнѣ служатъ цѣпи *F*, прикрѣпленныя къ концамъ оси этихъ цилиндровъ. Цѣпи навиты въ разныя стороны на валъ *G*, который можно вращать въ ту или другую сторону, при помощи винтового зацѣпленія *H* и стержня *I* съ рукояткою.

Въ каткахъ Эвелинга и Портера новѣйшей конструкціи передніе цилиндры имѣютъ прямую форму, безъ коничности, и примыкаютъ одинъ къ другому вплотную (фиг. 119). При этомъ передняя часть парового котла поддерживается особой чугунной дугой *BB*, обхватывающей передніе цилиндры и опирающейся на концы ихъ общей оси *AA*.

Катки описаннаго устройства изготовляются трехъ величинъ, собственнымъ вѣсомъ въ 610, 916 и 1220 пудовъ; катокъ первой величины съ запасами воды и угля вѣситъ 696 пудовъ. На фигурахъ 189 и 190 указаны главные размѣры, общее расположеніе и распредѣленіе вѣса катковъ первой и второй величины; катокъ первой величины принятъ нагруженнымъ запасами воды и угля, а катокъ второй величины—безъ подобной нагрузки.

Паровые катки Эвелинга и Портера съ успѣхомъ примѣняются у насъ, въ Варшавскомъ округѣ путей сообщенія, для укатки щебеночнаго слоя при ремонтѣ казенныхъ шоссе, преимущественно расположенныхъ въ окрестностяхъ и вблизи Варшавы. Первые 4 катка изъ числа имѣющихся въ округѣ, вѣсомъ по 610 пудовъ,

были выписаны изъ Рочестера въ 1880 году и въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ укатывали ежегодно въ общемъ до 40 верстъ щебеночнаго слоя при ремонтѣ шоссе. Путемъ опыта добыты слѣдующія данныя относительно укатки шоссе этими катками: для укатки 1 версты щебеночнаго слоя, въ 5 дюймовъ толщиною и въ 2,5 сажени шириною, потребно для парового катка 10 дней, между тѣмъ какъ конный катокъ ту же работу выполняетъ въ 17—20 дней. Укатка 1 версты щебеночнаго слоя указанной толщины и ширины паровымъ каткомъ стоитъ въ среднемъ 144 р. 15 к., причемъ стоимость эта складывается изъ расхода на работу и топливо—99 р. 50 к., расхода на переходы катка—3 руб. и содержанія машиниста—18 р. 75 к.; при одинаковыхъ условіяхъ укатка 1 версты коннымъ каткомъ обходится въ 205 р. 50 к.

Подобные же катки имѣются въ Кіевскомъ, Виленскомъ и Кавказскомъ округахъ путей сообщенія. Два катка, вѣсомъ по 610 пудовъ, приобретенные для шоссе Петербургскаго округа въ 1896 году, обошлись, съ уплатою пошлинъ и съ доставкою въ С.-Петербургъ, по 6400 руб. каждый. Укатка щебеночной одежды Новороссійско-Сухумскаго шоссе, построеннаго недавно, была произведена паровыми катками Эвелинга и Портера, вѣсомъ въ 916 пудовъ. Катки эти были изготовлены заводомъ Симпсона и Портера въ Лондонѣ и обошлись, съ уплатою пошлинъ и съ доставкою въ Новороссійскъ, по 9350 рублей каждый.

Примѣненіе паровыхъ катковъ представляетъ много удобствъ. Укатка этими катками производится быстро, такъ какъ скорость движенія и вѣсъ ихъ значительны, а перемѣна направленія дѣлается легко и безъ потери времени на остановки. Вслѣдствіе значительнаго вѣса, паровые катки сообщаютъ укатываемому слою щебня большую плотность и сильное сцѣпленіе. Паровая укатка устраняетъ разрыхленіе щебеночнаго слоя, производимое при употребленіи конныхъ катковъ ногами лошадей, и позволяетъ поэтому уменьшать число проходовъ катка по каждому мѣсту. Укатку паровыми катками можно производить и на большихъ уклонахъ (до 0,09). Наконецъ, паровые катки занимаютъ мало мѣста, ими можно укатывать очень короткіе участки, и потому при паровой укаткѣ ослабляются въ значительной степени затрудненія, причиняемыя проѣзду ремонтomъ шоссе.

Съ другой стороны, употребленіе паровыхъ катковъ связано и съ нѣкоторыми неудобствами. Шумъ машины и особенно ея видъ пугаетъ хорошихъ лошадей, слѣдствіемъ чего могутъ быть несчастные случаи, въ особенности на оживленныхъ городскихъ улицахъ; въ Парижѣ обстоятельство это заставило обратиться къ производству укатки въ ночное время, съ совершеннымъ загражденіемъ укатываемой улицы для проѣзда. Въ другихъ большихъ городахъ, на примѣръ въ Берлинѣ и Мюнхенѣ, при производствѣ укатки паровыми катками ограждаютъ укатываемыя мѣста улицъ временными барьерами и выставляютъ при нихъ предостерегательные знаки.

Кромѣ того, паровые катки стоятъ дорого, — у насъ, въ Россіи, отъ 6¹/₂ до 9 тысячъ рублей, съ уплатою пошлинъ и съ доставкою на мѣсто; они быстро изнашиваются, портятся и требуютъ дорогихъ исправленій; управленіе ими нельзя поручить дорожному мастеру или десятнику, а необходимо для этого нанимать особаго машиниста, содержаніе котораго въ теченіе года обходится дорого. Вслѣдствіе этихъ условій паровая укатка вызываетъ значительные накладные расходы, тѣмъ болѣе чувствительные, чѣмъ меньше количество укатки, на которое они распредѣляются. Поэтому паровая укатка обходится дешевле конной только въ томъ случаѣ, когда каткамъ представляется работа въ теченіе значительной части года, то есть при большомъ количествѣ укатки, сосредоточенномъ на маломъ районѣ, какъ это бываетъ въ большихъ городахъ, въ окрестностяхъ такихъ городовъ и на весьма оживленныхъ дорогахъ между городами.

Наконецъ, вѣсъ паровыхъ катковъ значительно превосходитъ вѣсъ тяжелыхъ грузовыхъ экипажей, принимаемый въ основаніе для расчета мостовъ на шоссеиныхъ дорогахъ. Поэтому при введеніи паровыхъ катковъ въ употребленіе часто приходится усиливать мосты малыхъ пролетовъ и проѣзжую часть въ мостахъ большихъ пролетовъ, что связано съ увеличеніемъ расходовъ на устройство мостовъ. — Большой вѣсъ паровыхъ катковъ затрудняетъ употребленіе ихъ при устройствѣ новыхъ шоссе: тяжелые катки вызываютъ неправильную осадку неслежавшихся насыпей и зарываются въ толстый рыхлый слой щебня. Для устраненія затрудненій въ этомъ случаѣ необходимо предварительную укатку щебеночнаго слоя производить конными катками и только для окончательнаго уплотненія его обращаться къ паровымъ каткамъ.

Стоимость укатки паровыми катками изменяется въ довольно широкихъ предѣлахъ; она зависитъ отъ степени плотности, которую желаютъ придать щебеночному слою, отъ свойствъ щебня, то есть главнымъ образомъ отъ крѣпости каменнаго матеріала, отъ толщины укатываемаго слоя, отъ продолжительности работы катка въ теченіе года и отъ другихъ мѣстныхъ условій. Если паровой катокъ работаетъ не менѣе 100 дней въ теченіе года, то стоимость плотной укатки слоя гранитнаго щебня, въ 5 дюймовъ толщиною, со включеніемъ погашенія расхода на приобрѣтеніе катка, найма прислуги, доставки воды для катка и разсыпки спѣпляющаго матеріала, составляетъ около 33 копѣекъ за квадратную сажень.

49. Опреѣленіе количества каменнаго матеріала, необходимаго для устройства щебеночной одежды. Щебеночный слой, при переходѣ изъ рыхлаго состоянія въ плотное, подѣ дѣйствіемъ укатки, сжимается и дѣлается тоньше вслѣдствіе уменьшенія промежутковъ между щебенками. Опыты показываютъ, что рыхлый щебеночный слой содержитъ въ среднемъ около 48% пустотъ, а плотно-укатанный—всего около 20%; слѣдовательно объемъ промежутковъ въ щебнѣ уменьшается отъ укатки почти въ 2,5 раза. Происходящее при этомъ утоненіе щебеночнаго слоя, или уменьшеніе объема щебня, зависитъ отъ степени уплотненія, отъ количества мелочи, заключающейся въ щебнѣ и подсыпаемой къ нему во время укатки, и отъ качества щебня. Чѣмъ сильнѣе укатка, чѣмъ меньше въ щебнѣ мелочи и чѣмъ слабѣе щебень, тѣмъ уменьшеніе объема щебня больше.

Въ дѣйствующемъ теперь у насъ урочномъ положеніи для строительныхъ работъ принято, что объемъ щебня при переходѣ изъ рыхлаго состоянія въ плотное уменьшается въ 1,4 раза. Инженеръ Гофмейстеръ считаетъ отношеніе объемовъ слоя, въ рыхломъ и плотномъ видѣ, равнымъ отъ 1,18 до 1,20 при крѣпкомъ щебнѣ и отъ 1,25 до 1,28 при щебнѣ средней крѣпости. По мнѣнію инженера Бакуринскаго, зависимость между толщиною щебеночнаго слоя, въ рыхломъ и уплотненномъ видѣ, въ среднемъ близко выражается отношеніемъ 9 : 7, которое обыкновенно и принималось при постройкѣ и ремонтѣ шоссе до 1869 года.

Разногласіе этихъ числовыхъ величинъ происходитъ по всей вѣроятности отъ различія условій, при которыхъ опредѣлялось умень-

шение объема щебня. Урочное положение очевидно дает предельную величину, дальше которой уменьшение объема никогда не заходить, и данность эта принимается обыкновенно за основание для расчета работ. Во всяком случае, в виду происходящего при укатке сжатия материала, для образования плотного щебеночного слоя необходимо заготавливать и разсыпать количество щебня, превосходящее от 1,18 до 1,40 раз тот объем, который определяется поперечным профилем шоссе.

При разбивке камня в щебень, объем материала, до прогрохотки его через частый грохот, в большинстве случаев несколько увеличивается, то есть получается так называемый *прибой*. Количество прибоя зависит от крупности щебня, от величины кусков камня, от качества каменной породы и от количества заключающейся в щебне мелочи. При принимаемой обыкновенно для шоссе крупности щебня и при каменном материале средней крепости, количество прибоя, по урочному положению, достигает в среднем: из мелкого и среднего камня—до 5%, из крупного камня—до 10% и из булыг и камней большого объема—до 15%. Впрочем, увеличение объема каменного материала, при обращении камня в щебень, не представляет явления, общего для всех каменных пород: некоторые породы, каковы—конгломераты, незрелые известняки и т. п., совсем не дают прибоя и иногда даже уменьшаются в объеме на 12—16% при разбивке в щебень.

При грохождении щебня через частый грохот, для отделения от него высквока, объем материала уменьшается, то есть является *убыль* щебня, величина которой находится в прямой зависимости от величины клеток грохота. Опыты, произведенные в последнее время на вновь устроенных шоссе в Западном крае, показали, что, при употреблении гранитного камня средней величины и при разбивке этого камня в щебень средней крупности (в 2,25 дюйма по диаметру мерного кольца), объем каменного материала от бойки его и от последующей тщательной прогрохотки через грохот с клетками в 1 дюйм в сторону немного уменьшается. Это значит, что при указанных условиях величина убыли щебня от грохочения немного больше количества прибоя от разбивки камня в щебень.

В виду того, что прибой и убыль материала сильно зависят

отъ многихъ условій, отношеніе n между объемами камня и прогнотированнаго щебня необходимо въ каждомъ частномъ случаѣ опредѣлять путемъ непосредственнаго опыта. При отсутствіи опыта правильнѣе всего принимать эти объемы равными, то есть считать отношеніе ихъ n равнымъ 1.

Приведенныя выше соображенія касательно сжатія щебеночнаго слоя, прибоа камня и убыли щебня служатъ для опредѣленія количества каменнаго матеріала, необходимаго для устройства щебеночной одежды даннаго профиля на дорогѣ извѣстной длины. Такъ, если устраивается щебеночная одежда безъ каменнаго основанія и площадь поперечнаго сѣченія ея по нормальному профилю равна w , а длина шоссе равна l , то для исполненія работы необходимо заготовить отъ $1,18lw$ до $1,40lw$ щебня, для набивки котораго потребуется доставить къ мѣсту работъ отъ $n \times 1,18lw$ до $n \times 1,40lw$ камня.

б) Каменная мостовая.

50. Опредѣленіе. Каменною мостовою называется такая дорожная одежда, которая составляется изъ камней опредѣленной величины, плотно уложенныхъ отъ руки на твердомъ основаніи и крѣпко прижатыхъ другъ къ другу и къ основанію.

Камни для мостовой употребляются въ обдѣланномъ или необдѣланномъ видѣ, бываютъ различной формы и величины и состоятъ изъ матеріала, представляющаго большое сопротивленіе разрушительному дѣйствію проѣзда. Укладка камней, или стилка мостовой, производится такимъ образомъ, чтобы камни имѣли возможно болѣе связи между собой и образовали возможно болѣе плотный слой и возможно болѣе ровную поверхность. Камни мостовой укладываются на особомъ основаніи изъ одного или нѣсколькихъ слоевъ матеріаловъ, не размягчающихся отъ воды.

Значеніе этого основанія весьма важно для прочности и исправности мостовой: давленіе производимое проѣздомъ на отдѣльные камни, принимается основаніемъ и распределяется имъ на значительную площадь земляного полотна; проникающая съ поверхности мостовой вода или совершенно не пропускается основаніемъ, или впитывается имъ и отводится къ мѣстамъ стока; кромѣ того, часто основаніе сообщаетъ мостовой нѣкоторую упругость и, уменьшая

вредное дѣйствіе ударовъ колесъ и копытъ лошадей, увеличиваетъ прочность мостовой. Основаніе устраивается различной толщины и изъ различныхъ матеріаловъ; обыкновенно оно образуется изъ песка, хряща, щебня или бетона.

По виду камней каменная мостовая бываетъ двоякаго рода: *грубая* и *брусчатая*; первая устраивается изъ камней неправильнаго вида, совсѣмъ необдѣланныхъ или мало обработанныхъ, вторая— изъ камней правильнаго вида, обдѣланныхъ въ опредѣленную форму.

51. Грубая мостовая. Грубая мостовая устраивается или изъ булыжника, или изъ кусковъ ломаннаго камня; первое устройство встрѣчается гораздо чаще второго. Мостовая, устраиваемая изъ булыжника, носить названіе *булыжной мостовой*.

Булыжная мостовая, вслѣдствіе неправильнаго вида и малой устойчивости булыжныхъ камней, не образуетъ гладкой поверхности, не обладаетъ необходимой неизмѣняемостью, скоро дѣлается неровною и требуетъ частыхъ исправленій и перестилки. Различными улучшеніями въ устройствѣ мостовой можно только уменьшить эти недостатки, но устранить ихъ нельзя; поэтому булыжная мостовая представляетъ не вполне удовлетворительный видъ дорожной одежды. Не смотря на это, вслѣдствіе бѣдности Россіи въ сплошныхъ породахъ каменнаго матеріала, весьма малаго изнашиванія булыжныхъ камней и дешевизны устройства и ремонта, булыжная мостовая весьма распространена у насъ и является обыкновеннымъ видомъ дорожной одежды, въ столицахъ, городахъ и другихъ населенныхъ пунктахъ. Въ государствахъ Западной Европы примѣненіе этой мостовой сравнительно ничтожно.

По величинѣ кусковъ, булыжный камень, употребляемый на мостовую, принято дѣлить на *четыре сорта*: крупный, длиною въ 9 дюймовъ (5 вершковъ), средній, длиною въ 7 дюймовъ (4 вершка), мелкій, длиною въ 5 дюймовъ (3 вершка), и самый мелкій, длиною въ 3,5 дюйма (2 вершка). Сообразно съ этимъ, и булыжная мостовая бываетъ *крупная, средняя, мелкая* и *самая мелкая*. Для замощенія проѣзжей части дорогъ употребляется обыкновенно средній и мелкій булыжникъ. Крупный булыжникъ служитъ чаще всего для замощенія откосовъ, размываемыхъ водою. Самый мелкій булыжникъ примѣняется для покрытія подзоровъ между тротуарами и домами,

лотковъ и вообще тѣхъ полосъ дорожной поверхности, по которымъ не бываетъ проѣзда.

Способы расположенія камней въ мостовой разнообразны: камни могутъ быть положены (фиг. 120) *плашмя*, то есть широкою стороною къ низу (*a*), — *на ребро*, то есть такъ, чтобы широкая сторона камня была сбоку и наибольшее измѣреніе его горизонтально (*b*), — *тычкомъ*, то есть такъ, чтобы наибольшее измѣреніе камня было вертикально и острый конецъ обращенъ внизъ (*c*), и — *острякомъ*, то есть такъ, чтобы при вертикальномъ положеніи наибольшаго измѣренія острый конецъ былъ обращенъ вверхъ (*d*). Кромѣ того, при двухъ послѣднихъ расположеніяхъ камней, оси ихъ могутъ быть совершенно вертикальны или наклонны, соотвѣтственно съ тѣмъ укладка камней бываетъ *безъ наклона* или *съ наклономъ*.

Для устройства булыжной мостовой камни укладываются одинъ возлѣ другого на приготовленномъ заранѣ основаніи, которое въ этомъ случаѣ образуется слоемъ песка. Для укрѣпленія камней въ приданномъ имъ положеніи служить также песокъ; по способу употребленія его, мощеніе можетъ быть *на-сухо* и *съ подсыткою песка*. Въ первомъ случаѣ камни плотно всаживаются въ слой песчанаго основанія, во второмъ—укладка камней сопровождается подбрасываніемъ песка между ними.

Для покрытія проѣзжей части дорогъ наиболѣе цѣлесообразенъ способъ мощенія гычкомъ, безъ наклона и на-сухо, такъ какъ при немъ камни укладываются плотнѣе, чѣмъ при другихъ способахъ, и образуютъ меньше промежутковъ, болѣе толстый слой и болѣе ровную поверхность. Способъ мощенія острякомъ, безъ наклона и на-сухо, по цѣлесообразности близко подходитъ къ предыдущему: положеніе камней въ немъ еще устойчивѣе, но поверхность мостовой получается менѣе гладкою; поэтому остряковый способъ предпочитается тычковому только при употребленіи мелкаго булыжника.

Наивыгоднѣйшая крупность булыжника для мостовой опредѣляется тѣмъ, что съ уменьшеніемъ величины камней поверхность мостовой становится глаже, а съ возрастаніемъ этой величины увеличивается прочность мостовой. Камни съ наибольшимъ измѣреніемъ въ 6 дюймовъ представляютъ наилучшій по крупности матеріалъ для устройства булыжной мостовой. Если дорога подвергается сильному и тяжелому проѣзду, то полезно брать для мостовой камни

большаго размѣра, въ 7 и даже 8 дюймовъ; для мощенія же дорогъ съ малымъ проѣздомъ годится булыжникъ и въ 5 дюймовъ.

При мощеніи дорогъ, въ особенности городскихъ, булыжникъ необходимо сортировать по крупности, такъ какъ одно изъ главныхъ условій доброкачественности мостовой заключается въ возможной равномерности камней, ее составляющихъ. Полученные сорта слѣдуетъ распредѣлять по поверхности дороги сообразно съ распределеніемъ проѣзда, причемъ слишкомъ крупные камни нужно раскалывать на части, а слишкомъ мелкіе разбивать въ щебень, необходимый при мощеніи.

Стилка булыжной мостовой (фиг. 121) производится слѣдующимъ образомъ: на поверхность земляного полотна дороги насыпаютъ слой песка, толщиною около 7 дюймовъ, какъ основаніе для мостовой; на этомъ слоѣ мостятъ камни отъ руки, то есть укладываютъ камни одинъ плотно возлѣ другого, тычкомъ или острякомъ, всаживая ихъ въ песокъ основанія или подсыпая къ нимъ немного песка, причемъ придаютъ каждому камню надлежащее положеніе помощью удара ручнымъ молоткомъ, или *кианкой*. По окончаніи нѣкоторой части мостовой, ее уколачиваютъ трамбовками, вѣсомъ въ 2 пуда, съ чугуннымъ поддономъ, шириною въ нижней части въ 6 дюймовъ; затѣмъ, для увеличенія устойчивости камней и для образованія гладкой поверхности, промежутки между камнями *защебениваются*, то есть заполняются мелкимъ щебнемъ, и мостовая снова утрамбовывается; наконецъ, вся поверхность мостовой засыпается хрящемъ или зернистымъ пескомъ на толщину около 0,75 дюйма. Выстланную такимъ образомъ мостовую не слѣдуетъ тотчасъ открывать для проѣзда, но нужно выждать, чтобы поверхность ея была обильно смочена дождемъ; дождевая вода, увлекая песокъ, заполняетъ имъ всѣ пустоты между камнями, причемъ мостовую, какъ говорятъ, *затягиваетъ*.

Хотя матеріалъ, изъ котораго составляется булыжная мостовая отличается весьма большимъ сопротивленіемъ дѣйствію внѣшнихъ силъ и атмосферныхъ дѣятелей, но видъ и укладка его таковы, что подъ дѣйствіемъ воды, мороза и проѣзда, камни очень быстро теряютъ приданное имъ положеніе, вслѣдствіе чего поверхность мостовой дѣлается неровною и дорога неудобною для ѣзды.

Для увеличенія прочности булыжной мостовой устраиваютъ ее

иногда въ 2 ряда. *Двойная булыжная мостовая* состоитъ (фиг. 122) изъ двухъ стилокъ булыжныхъ камней, расположенныхъ каждая на особомъ слоѣ песка, одна надъ другою. Нижняя стилка камней не подвергается непосредственному дѣйствию проѣзда, а только принимаетъ и передаетъ грунту давленія, распространяя ихъ на значительную площадь, то есть играетъ роль основанія; поэтому нижняя стилка не требуетъ очень старательнаго исполненія и составляется изъ несортированныхъ крупныхъ камней, положенныхъ плашмя, съ подсыпкою песка и безъ расщебенки, на песчаномъ слоѣ, толщиною около 4 дюймовъ. Послѣ сильной утрамбовки нижней стилки, на поверхность ея насыпается слой песка въ 7 дюймовъ, и на немъ вымачивается верхняя стилка, тычкомъ или острякомъ, изъ камней длиною отъ 6 до 7 дюймовъ. При укладкѣ верхняго ряда камней необходимо соблюденіе тѣхъ же условій, какъ и при устройствѣ одиночной мостовой: сортировка камней, трамбованіе, защебениваніе промежутковъ и посыпка поверхности пескомъ. *Двойная булыжная мостовая* гораздо прочнѣе одиночной, но обходится значительно дороже послѣдней и жестка для проѣзда; поэтому она представляется вполне умѣстною только при дурномъ грунтѣ и затруднительности его осушенія, а также при большомъ и тяжеломъ грузовомъ движеніи.

Въ небольшихъ городахъ южной части Франціи встрѣчается *мостовая изъ булыжныхъ камней съ околотыми верхушками*. Для устройства ея булыжные камни сортируются, затѣмъ окальваются сверху и съ двухъ сторонъ (фиг. 123) и укладываются поперечными рядами на песчаномъ основаніи такимъ образомъ, чтобы околоты боковыя грани примыкали однѣ къ другимъ и шли по направленію проѣзда, а округленные грани одного ряда камней входили въ углубленія между камнями сосѣднихъ рядовъ, и чтобы верхнія околотыя грани лежали въ одной плоскости (фиг. 124). Мостовая эта, по удобству проѣзда, значительно лучше обыкновенной булыжной.

Въ Германіи очень распространена *булыжная мостовая изъ полу-околотыхъ камней*, отличающаяся отъ предыдущей способомъ оковки камней. Верхняя грань камней, располагаемыхъ тычкомъ, немного выравнивается, а боковая поверхность ихъ на небольшую высоту окальвается съ четырехъ сторонъ настолько, чтобы камни

могли примыкать одинъ къ другому безъ значительныхъ промежутковъ у поверхности мостовой; обдѣланные такимъ образомъ камни укладываются одинъ возлѣ другого возможно плотнѣе съ произвольнымъ расположеніемъ швовъ (фиг. 125). Передъ обдѣлкой булыжникъ обыкновенно сортируется; наилучшимъ по крупности матеріаломъ для этой мостовой считается средній булыжникъ, немного крупнѣе, чѣмъ для простой булыжной мостовой, а именно длиною около 8 дюймовъ. Основаніе устраивается изъ слоя песка въ 8 дюймовъ, или изъ слоя песка въ 6 дюймовъ на слоѣ строевого мусора такой же толщины. Оковка камней производится *курами*, вѣсомъ около 5 фунтовъ, съ ребромъ, расположеннымъ по направленію рукоятки. При окалываніи, камни помѣщаются на подставкѣ, имѣющей сверху впадину, въ которой они удерживаются рукою. Для отдѣленія части камня, легкою наколкою назначаютъ прежде нѣсколько мѣстъ по плоскости отдѣла, а потомъ сильными ударами производятъ отколъ.

Въ Россіи такая мостовая встрѣчается въ городахъ остзейскихъ губерній и преимущественно въ Ригѣ. Въ Петербургѣ было сдѣлано нѣсколько опытовъ замощенія улицъ подобною мостовою, причемъ она называлась *мозаичною* или *рижскою*. Опыты эти не имѣли успѣха, но такой результатъ ихъ объясняется не какими-либо недостатками способа мощенія, а неудачнымъ устройствомъ основанія мостовой и недостаточной крупностью взятаго булыжника.

52. Каменная брусчатая мостовая. Брусчатая мостовая устраивается изъ камней, обдѣланныхъ въ правильную форму брусковъ, съ верхней гранью въ видѣ прямоугольника или квадрата. Иногда называютъ брусчатую мостовую *кубическою*, такъ какъ въ прежнее время ее устраивали только изъ камней кубической формы.

Камни брусчатой мостовой укладываются на *основаніи*, которое должно обладать слѣдующими качествами: а) распространять мѣстное давленіе на возможно бѣльшую площадь, б) представлять сжимаемость слабую и одинаковую во всѣхъ точкахъ, в) сохранять однообразную сопротивляемость во всякую погоду, сухую и мокрую, и г) отводить проникающую сквозь мостовую дождевую воду, или же быть совершенно непроницаемымъ для воды.

Чистый кварцевый песокъ удовлетворяетъ этимъ условіямъ, и

потому чаще всего основаніе устраивается изъ слоя песка. При этомъ опытъ показываетъ, что чѣмъ песокъ чище и чѣмъ больше въ немъ угловатыхъ зеренъ, тѣмъ онъ болѣе пригоденъ для основанія, и что крупность зеренъ не имѣетъ существеннаго значенія. Толщина *песчаного основанія* сообразуется съ качествомъ песка и съ родомъ грунта; чѣмъ хуже грунтъ земляного полотна и чѣмъ больше въ немъ частей, способныхъ размягчаться отъ дѣйствія воды, тѣмъ толще должно быть основаніе. При назначеніи толщины песчаного основанія приходится руководствоваться указаніями опыта; обыкновенно считаютъ 4 дюйма и 12 дюймовъ крайними и рѣдко достигаемыми предѣлами толщины песчаного основанія и чаще всего придаютъ ему толщину отъ 6 до 10 дюймовъ. Вообще песокъ стоитъ недорого сравнительно съ правильно обдѣланными камнями, и потому лучше употребить его для устройства основанія въ излишнемъ количествѣ, чѣмъ въ недостаточномъ.

Иногда нижняя часть песчаного слоя замѣняется хрящемъ, обладающимъ большею прочностью и меньшею осадкою, чѣмъ песокъ. При слабомъ грунтѣ земляного полотна, или для достиженія большей прочности, устраиваютъ основаніе мостовой изъ плотно уложенныхъ на земляномъ полотнѣ камней, покрытыхъ слоемъ хряща или песка. Для мостовой на очень оживленныхъ улицахъ въ большихъ городахъ песчаное основаніе оказывается иногда слабымъ; въ такомъ случаѣ камни мостовой укладываются на щебеночномъ или бетонномъ основаніи.

Щебеночное основаніе устраивается подобно щебеночной одеждѣ. Такъ, на улицахъ Берлина придаютъ основанію слѣдующее устройство (фиг. 126): на выровненной поверхности земляного полотна выстилаютъ грубую мостовую, толщиною въ 4 дюйма, изъ булыжныхъ камней остриакомъ, или изъ колотыхъ камней, уложенныхъ на ребро, равную гранью книзу и длиною нормально къ оси дороги; затѣмъ, эту грубую мостовую покрываютъ слоемъ щебня, толщиною въ 3,3 дюйма, въ плотномъ тѣлѣ; наконецъ, слой щебня крѣпко укатываютъ тяжелымъ каткомъ и насыпаютъ на него слой песка въ 1,5 дюйма. Въ Вѣнѣ, при слабомъ грунтѣ земляного полотна, основаніе брусчатой мостовой составлено изъ грубой мостовой толщиною въ 8 дюймовъ, слоя щебня въ 6 дюймовъ, слоя хряща въ 1 дюймъ и слоя песка въ 3 дюйма.

Песчаное и щебеночное основанія неудобны въ санитарномъ отношеніи: жидкая грязь, проникающая съ поверхности дороги черезъ промежутки между камнями мостовой, свободно напитываетъ слой песка или щебня, образующій основаніе, и оставляетъ въ немъ органическія вещества, которыя затѣмъ подвергаются разложенію и заражаютъ воздухъ. Кромѣ того, отъ загрязненія органическими примѣсями песчаное или щебеночное основаніе теряетъ свои первоначальныя свойства. Наконецъ, если слой песка или щебня не уплотненъ до надлежащей степени, то образуемое имъ основаніе даетъ неравнобѣрные осадки, вслѣдствіе которыхъ на поверхности мостовой появляются неровности.

Этихъ недостатковъ не имѣть *бетонное основаніе*, представляющее вмѣстѣ съ тѣмъ и наиболѣе крѣпкій типъ основанія для мостовой. Для устройства бетоннаго основанія разстилаютъ на уплотненномъ земляномъ полотнѣ слой тощаго бетона, состоящаго изъ одной части цемента и семи частей смѣси изъ песку и хряща; слой бетона разравниваютъ, затѣмъ поверхность слоя покрываютъ смазкой изъ чистаго цементнаго раствора и смазку эту выравниваютъ посредствомъ шаблоновъ въ точности по требуемому профилю. Слою бетона даютъ толщину отъ 6 до 9 дюймовъ, сообразно съ качествами грунта дорожнаго полотна; смазка дѣлается толщиной около 1 дюйма. На такомъ основаніи камни мостовой укладываются съ подстилкой раствора, причемъ иногда основаніе предварительно покрывается слоемъ песка, толщиной около 1 дюйма, служащимъ постелью для мостовыхъ камней и смягчающимъ нѣсколько дѣйствіе ударовъ и толчковъ отъ проѣзда.

Бетонное основаніе особенно пригодно для улицъ съ сильнымъ и тяжелымъ движеніемъ. Оно представляетъ только одно неудобство: исправленіе газопроводныхъ и водопроводныхъ трубъ, лежащихъ подъ мостовой, дѣлается при такомъ основаніи затруднительнымъ и дорогимъ. Устройство основанія изъ бетона очень распространено въ городахъ Англіи, а въ послѣднее время нерѣдко примѣняется и въ большихъ городахъ другихъ государствъ Западной Европы.

Когда камни мостовой укладываются одинъ возлѣ другого на основаніи, то между ними, отъ неполнаго прилеганія боковыхъ граней, остаются болѣе или менѣе значительныя промежутки, называемыя *швами*. Эти швы должны быть заполнены соотвѣтственнымъ

материаломъ, потому что иначе выступы, которыми камни упираются одинъ въ другой, скоро сбиваются отъ дѣйствія проѣзда, и тогда камни остаются разобщенными и теряютъ необходимую устойчивость. Кромѣ того, заполненіе швовъ дѣлаетъ мостовую менѣе проницаемой для воды.

Самый простой и употребительный способъ заполненія швовъ состоитъ въ засыпкѣ ихъ *пескомъ*; для этой цѣли берутъ песокъ кварцевый, чистый, угловатый и настолько мелкій, чтобъ зерна его свободно входили въ швы. Заполненіе швовъ пескомъ неудобно только тѣмъ, что мало препятствуетъ прониканію воды, загрязненной уличнымъ соромъ, съ поверхности мостовой къ ея основанію.

Въ этомъ отношеніи гораздо лучше способъ заполненія швовъ непроницаемыми для воды веществами: *смолой* или *цементнымъ растворомъ*. Заполненіе швовъ смолой заключается въ томъ, что нижнія части швовъ засыпаются чистымъ, зернистымъ, кварцевымъ пескомъ (фиг. 126), а верхнія части заливаются расплавленной смѣсью изъ 75°/о твердой смолы, асфальтовой или древесной, и 25°/о креозота.

Для заполненія швовъ цементнымъ растворомъ составляютъ смѣсь изъ 1 части портландскаго цемента и 1 или 2 частей чистаго, зернистаго, кварцеваго песка, прибавляютъ къ ней такое количество воды, чтобы образовалась жидкая масса, и этой массой заливаютъ промежутки между камнями. Послѣдній способъ заполненія швовъ пригоденъ только для мостовыхъ съ бетоннымъ основаніемъ; при песчаномъ основаніи, вслѣдствіе небольшого перемѣщенія отдѣльных камней, неизбежнаго подъ дѣйствіемъ постоянныхъ сотрясеній, растворъ въ швахъ растрескивается, отстаетъ отъ камней и распадается, вслѣдствіе чего швы открываются и пропускаютъ дождевую воду.

Въ видѣ опыта пробовали заколачивать въ верхнія части швовъ тонкія деревянные рейки, но этотъ способъ заполненія швовъ не имѣлъ успѣха: оказалось, что рейки скоро утоняются отъ сотрясеній и перестаютъ исполнять свое назначеніе.

Камни брусчатой мостовой *укладываютъ* на основаніи непрерывными полосами равной ширины, или *рядами*, располагая длину камней по направленію рядовъ (фиг. 127). Обыкновенно рядамъ камней придаютъ положеніе *нормальное* къ направленію проѣзда,

или къ оси дороги, а самые камни размѣщаютъ такъ, чтобы швы, раздѣляющіе ихъ въ послѣдовательныхъ рядахъ, шли *въ перевязку*, то есть прерывались съ каждымъ рядомъ камней, а не представляли продолженія одни другихъ. Это дѣлается съ тою цѣлью, чтобы на поверхности мостовой не было непрерывныхъ швовъ, параллельныхъ линіямъ прохода колесъ. Неудобство такихъ непрерывныхъ продольныхъ швовъ очевидно: колесо, разъ попавши на продольный шовъ, двигалось бы по нему на большомъ протяженіи, между сосѣдними выпуклыми гранями камней, вслѣдствіе чего каждый шовъ превратился бы скоро въ колею, и вся поверхность мостовой покрылась бы параллельными бороздами.

Лучше всего стлать мостовую такъ, чтобы продольные швы каждаго ряда камней приходились противъ серединъ камней смежныхъ рядовъ; если, вслѣдствіе неравенства длины камней, выполнить это условіе оказывается невозможнымъ, то слѣдуетъ по крайней мѣрѣ помѣщать продольные швы каждаго ряда противъ средней трети камней сосѣдняго ряда. При стилкѣ мостовой изъ камней одинаковой длины, для соблюденія перевязки швовъ, заготавливаются на окончности рядовъ особые камни *A*, половинной или полуторной длины (фиг. 128).

Иногда ряды камней располагаютъ *наклонно* къ оси дороги подъ угломъ въ 45° , и при томъ, либо по прямой линіи во всю ширину дороги (фиг. 129), либо по ломаной линіи съ точкою перелома на оси дороги (фиг. 130). При наклонномъ положеніи рядовъ, въ мостовой нѣтъ совсѣмъ даже короткихъ продольныхъ швовъ, способствующихъ округленію верхнихъ граней камней; кромѣ того, при такомъ положеніи рядовъ, колеса переходятъ съ одного камня на другой не сразу, а постепенно, и потому не производятъ толчковъ, разрушающихъ края камней.

Однако сдѣланные опыты указываютъ, что преимущества наклоннаго положенія рядовъ сомнительны. Правда, при наклонномъ положеніи рядовъ, ребра камней сохраняются лучше, но зато отъ дѣйствія проѣзда сильнѣе разрушаются трехгранные углы камней, причемъ округленіе верхушекъ и изнашиваніе краевъ каменныхъ брусковъ происходитъ почти совершенно такъ же, какъ при нормальномъ положеніи рядовъ.

Нельзя считать особой выгодой наклоннаго положенія рядовъ

также того, что въ наклонныхъ швахъ лошади легче находятъ точки упора для копытъ, потому что и при нормальномъ положеніи рядовъ можно безъ затрудненія увеличивать число точекъ упора уменьшеніемъ ширины камней. Съ другой стороны, наклонное положеніе рядовъ связано съ тѣмъ неудобствомъ, что при немъ требуются для оконечностей рядовъ особые камни съ острыми углами *A* (фиг. 131), стоящіе дорого вслѣдствіе трудности изготовленія.

Вообще, при обыкновенныхъ условіяхъ, наклонное положеніе рядовъ нисколько не лучше нормальнаго, но въ частныхъ случаяхъ оно представляетъ нѣкоторыя преимущества. Въ *мѣстахъ пересѣченія улицъ* (фиг. 132) проѣздъ происходитъ по направленію каждой изъ нихъ и, кромѣ того, изъ одной улицы въ другую. Чтобы на общей полосѣ перекрестка не было швовъ, параллельныхъ направленію проѣзда, въ такихъ мѣстахъ прибѣгаютъ къ стилкѣ мостовой наклонными рядами, располагая ихъ параллельно биссектрисамъ угловъ, образуемыхъ осями улицъ, или параллельно прямымъ составляющимъ углы въ 45° съ осями. Впрочемъ, если одна изъ улицъ — главная и съ сильнымъ проѣздомъ, а другая — боковая и со слабымъ проѣздомъ, то можно провести по перекрестку мостовую главной улицы нормальными рядами (фиг. 133); при такомъ устройствѣ, проѣздъ боковой улицы направляется на перекресткѣ вдоль рядовъ камней, но вредное вліяніе слабого проѣзда обыкновенно бываетъ столь незначительнымъ, что нормальное расположеніе рядовъ, вслѣдствіе простоты выполненія, часто предпочитается наклонному.

По краямъ брусчатая мостовая ограничивается обыкновенно *бордюрами C* (фиг. 125 и 137), состоящими изъ правильно обдѣланныхъ крупныхъ камней; бордюры служатъ также для поддержанія тротуаровъ и образуютъ съ прилежащими камнями мостовой желоба, или лотки для стока воды.

Степень совершенства брусчатой мостовой зависитъ отъ свойствъ каменныхъ брусковъ, изъ которыхъ она устраивается. Чтобы мостовая не разбивалась и не изнашивалась въ короткое время отъ дѣйствія проѣзда, каменные бруски должны быть изготовлены изъ крѣпкаго и однороднаго матеріала; чтобы поверхность мостовой была плотною, ровною и гладкою, каменные бруски должны представлять возможно менѣе неровностей и крѣпко сохранять то положеніе, которое придается имъ при устройствѣ мостовой. Чѣмъ полнѣе камен-

ные бруски удовлетворяют перечисленнымъ условіямъ, тѣмъ мостовая лучше; свойства брусковъ опредѣляются породой камней, обработкой и размѣрами.

53. Каменный матеріалъ для брусчатой мостовой. Каменный матеріалъ для устройства брусчатой мостовой долженъ обладать слѣдующими качествами: большою твердостью и крѣпостью, однородностью состава и механическихъ свойствъ, способностью худо шлифоваться при изнашиваніи и свойствомъ легко обрабатываться въ правильныя формы. Самое важное изъ этихъ качествъ — однородность матеріала: камни слабые, но одинаковой крѣпости, служатъ лучше камней крѣпкихъ, но различной сопротивляемости, потому что если изнашиваніе матеріала неодинаково для всѣхъ каменныхъ брусковъ, то въ мостовой скоро образуются неровности, дѣлающія ее неудобною для проѣзда и ускоряющія ея разстройство. Поэтому прежде всего, при выборѣ матеріала для мостовой, необходимо обращать вниманіе на однородность каменной породы по составу и механическимъ свойствамъ.

Чаще всего брусчатая мостовая устраивается изъ песчаника; почти также часто употребляютъ для устройства этой мостовой гранитъ и порфиръ; наконецъ, нерѣдко каменные мостовые бруски изготовляются изъ известняка.

Известняки, какъ относительно слабый каменный матеріалъ, мало пригодны для устройства мостовой при дѣятельномъ движеніи; они легко обрабатываются, но быстро изнашиваются, даютъ много пыли и разламываются подъ давленіемъ большихъ грузовъ; кромѣ того известняки рѣдко бываютъ достаточно однородными. Однако въ мѣстностяхъ, гдѣ нѣтъ другого каменнаго матеріала, известняки довольно часто употребляются на мостовую и при слабомъ движеніи оказываются удовлетворительными. Нѣкоторые твердые и плотныя породы известняковъ, каковы — мраморы, держатся въ мостовой хорошо, но представляютъ то неудобство, что шлифуются и дѣлаются скользкими, а сверхъ того очень дороги.

Песчаники, при старательномъ выборѣ, представляютъ очень хорошій матеріалъ для устройства мостовой. Кремнистые песчаники стойко выдерживаютъ удары, мало изнашиваются и не шлифуются; песчаники же мергельные и глинистые совершенно не годятся на

мостовую: они легко разбиваются на части и, напиваясь водою, скоро разрушаются. Пытались устраивать мостовую изъ слабыхъ песчаниковъ, напивая каменные бруски расплавленной асфальтовой смолой, проникавшей въ поры матеріала и дѣлавшей поверхность брусковъ плотною и непроницаемою для воды. Напитанные каменные бруски держались сначала хорошо, но укрѣпленная кора ихъ, бывшая очень тонкою, скоро изнашивалась и открывала дѣйствию проѣзда слабую внутреннюю массу брусковъ; такимъ образомъ напиваніе смолой оказалось дорогимъ и мало-полезнымъ средствомъ увеличить прочность мостовой изъ песчаника.

Наилучшій каменный матеріалъ для устройства брусчатой мостовой доставляютъ *граниты* и *порфиры*. Эти горныя породы крѣпче песчаниковъ, лучше сопротивляются, какъ изнашиванію, такъ и раздробленію, не вбираютъ въ себя воды и вообще даютъ долговѣчную мостовую. Поэтому гранитами и порфирами пользуются съ успѣхомъ для замощенія улицъ съ очень сильнымъ проѣздомъ въ большихъ городахъ. Недостатокъ гранитовъ и порфировъ состоитъ въ томъ, что они въ короткое время подъ дѣйствіемъ проѣзда шлифуются, отчего поверхность мостовой дѣлается весьма скользкою, особенно въ сухую погоду. Можно уменьшить до нѣкоторой степени этотъ недостатокъ, придавая каменнымъ брускамъ малые размѣры и увеличивая такимъ образомъ число швовъ, служащихъ точками упора для копытъ лошадей. Необходимо однако замѣтить, что свойство легко шлифоваться только тогда представляется важнымъ недостаткомъ, когда мостовая изъ гранита и порфира встрѣчается на улицахъ въ видѣ исключенія, и потому лошади не могутъ къ ней привыкнуть; если же такую мостовую покрыто значительное протяженіе улицъ, то лошади, часто пробѣгая по ней, легко приспособляются къ скользкой поверхности.

Базальты отличаются большимъ сопротивленіемъ дѣйствию разнородныхъ внѣшнихъ усилій, но съ трудомъ поддаются обработкѣ въ бруски правильной формы, а отъ дѣйствія проѣзда легко шлифуются и дѣлаются скользкими для лошадей въ сырую погоду. Поэтому употребленіе ихъ на мостовую ограничено тѣсными предѣлами.

54. Добываніе и обдѣлка камней для мостовой. Каменные породы, доставляющія матеріалъ для брусчатой мостовой, встрѣ-

чаются въ природѣ въ видѣ пластовъ, или въ видѣ отдѣльныхъ глыбъ, которые или выходятъ на поверхность земли, или залегаютъ въ ея толщѣ. Для розысканія ихъ въ послѣднемъ случаѣ прибѣгаютъ къ буренію или къ шурфованію, которыми опредѣляется, какъ мѣсто, глубина и положеніе пластовъ или глыбъ, такъ до нѣкоторой степени и качества каменныхъ породъ.

Найдя глыбу или пласть надлежащихъ качествъ, обнажаютъ скалу, снимая покрывающую ее землю, и раздѣляютъ часть каменной породы сначала на большіе прямоугольные куски, имѣющіе толщину, равную одному изъ измѣреній мостовыхъ камней, а длину и ширину, превосходящія въ опредѣленное цѣлое число разъ остальные два измѣренія камней, причемъ оставляютъ всегда небольшой излишекъ для покрытія той потери матеріала, которая является результатомъ послѣдующей обработки. Раздѣленіе выбранной части скалы на куски дѣлается слѣдующимъ образомъ: назначаютъ на скалѣ линіи раздѣла и по нимъ выбиваютъ, посредствомъ молотка около 10 фунтовъ вѣсомъ, желобки; послѣ надлежащаго углубленія желобковъ, помѣщаютъ въ нихъ стальные клинья и, ударяя по клинѣямъ тяжелыми молотками, раскалываютъ скалу по требуемому направленію.

Полученные большіе куски скалы раздѣляются на части, равныя по величинѣ мостовымъ камнямъ, при помощи молотка въ 20—30 фунтовъ вѣсомъ. Для этого камнетесъ назначаетъ на кускѣ скалы съ помощью линейки и долота линіи, опредѣляющія размѣры камней, затѣмъ цѣлымъ рядомъ легкихъ ударовъ по двумъ лцевымъ гранямъ куска ослабляетъ матеріалъ скалы по назначеннымъ линіямъ до самой середины, наконецъ сильными ударами по куску раскалываетъ его по ослабленнымъ плоскостямъ.

Послѣ этого, полученные камни, или каменные бруски, подвергаются *чистой отдѣлкѣ*, состоящей въ томъ, что посредствомъ легкаго молотка, вѣсомъ отъ 2,5 до 7 фунтовъ, исправляются ребра брусковъ, выравниваются грани ихъ и сбиваются болѣе значительные выступы и горбы.

Послѣдняя работа имѣетъ важное значеніе, потому что выступы, горбы и углубленія на поверхности камней представляютъ крупныя неудобства для мостовой. Прежде всего эти неровности увеличиваютъ сопротивленіе экипажей движенію по мостовой. Кромѣ того,

если за горбомъ *A* (фиг. 134) слѣдуетъ ребро *B* въ направленіи движенія экипажей, то колеса, падая съ верхушки горба, сбиваютъ ребро *B* и повреждаютъ ребро *C* смежнаго камня, такъ что шовъ *BC* расширяется. Если рассматриваемый шовъ расположенъ параллельно движенію экипажей, то колеса, подходящіе къ выступу *A*, не удерживаются на немъ и падаютъ на шовъ, соскальзывая по скату *AB*, вслѣдствіе чего край камня болѣе подвергается дѣйствію проѣзда и сильнѣе изнашиваются, чѣмъ середина, и верхушка камня принимаетъ сферическую форму. Наконецъ присутствіе горбовъ на граняхъ камней заставляетъ дѣлать швы по крайней мѣрѣ такой толщины, какой высоты эти горбы; между тѣмъ значительная толщина швовъ неудобна, потому что при толстыхъ швахъ мостовая оказывается неплотною, колеса сильно разрушаютъ камни и округленіе верхушекъ каменныхъ брусковъ происходитъ очень скоро.

Перечисленные неудобства выступовъ и горбовъ на поверхности камней для мостовой устраняются въ надлежащей степени чистою отдѣлкою камней, которая бываетъ болѣе или менѣе совершенною. Не слѣдуетъ однако заводить отдѣлку камней слишкомъ далеко: съ одной стороны, отъ дѣйствія ударовъ молоткомъ при продолжительной обработкѣ, матеріалъ камня ослабляется на нѣкоторую толщину и быстрѣе потомъ изнашивается; съ другой стороны, съ точки зрѣнія удобства проѣзда и ремонта, вредно уменьшать толщину швовъ дальше извѣстнаго предѣла.

Если швы незамѣтны или слишкомъ тонки, то поверхность мостовой весьма скользка для лошадей, такъ какъ копыта ихъ не находятъ точекъ упора. Кромѣ того, при ремонтѣ мостовой приходится вынимать отдѣльные камни, для чего швы должны имѣть достаточную толщину, чтобы въ нихъ можно было просунуть употребляемые при этомъ инструменты. Наконецъ, швы должны имѣть нѣкоторую толщину, чтобы ихъ можно было заполнить пескомъ, цементнымъ растворомъ или смолою.

Для удовлетворенія всѣмъ предшествующимъ требованіямъ *толщина швовъ* должна быть отъ 0,2 до 0,4 дюйма. Чистая отдѣлка каменныхъ брусковъ представляется полезною только въ той мѣрѣ, въ какой она необходима для достиженія этой толщины швовъ; дальнѣйшая же обработка приносить мостовой больше вреда, чѣмъ пользы.

55. Форма и величина камней брусчатой мостовой. Каменным брускамъ, изъ которыхъ устраивается брусчатая мостовая, придаютъ форму прямого параллелепипеда, или форму куба, или форму усѣченной четырехгранной пирамиды со слабымъ наклономъ боковыхъ граней.

Каменные бруски *пирамидальной формы* располагаются такъ, чтобы бѣльшее основаніе пирамиды было на поверхности мостовой. Очевидно наклонъ боковыхъ граней брусковъ долженъ быть не великъ, потому что иначе положеніе камней не представляетъ надлежащей устойчивости и мостовая скоро дѣлается неплотною. Въ самомъ дѣлѣ, чѣмъ значительнѣе наклонъ граней пирамиды, тѣмъ больше моментъ груза P (фиг. 135), дѣйствующаго на ребро A бруска и стремящагося повернуть брусокъ около ребра B ; кромѣ того, чѣмъ больше наклонъ граней, тѣмъ скорѣе происходитъ увеличеніе толщины швовъ между брусками при изнашиваніи ихъ верхушекъ.

Недостатокъ устойчивости и увеличеніе толщины швовъ представляютъ неизбѣжныя неудобства пирамидальныхъ брусковъ, но неудобства эти мало замѣтны, если наклонъ боковыхъ граней ихъ незначителенъ, напримѣръ, не превосходитъ 0,1. Къ неудобствамъ пирамидальныхъ брусковъ относится также и то, что, послѣ изнашиванія такихъ брусковъ сверху, ихъ нельзя перевернуть при перестройкѣ мостовой, что впрочемъ практикуется рѣдко и при другихъ формахъ брусковъ. Съ другой стороны, пирамидальные бруски дешевле призматическихъ, такъ какъ при изготовленіи ихъ требуется меньше ручной работы и получается гораздо меньше браку; кромѣ того, при пирамидальной формѣ брусковъ производство ремонта мостовой гораздо легче, чѣмъ при призматической.

Каменные бруски *кубической формы* встрѣчаются довольно часто, но въ послѣднее время все болѣе и болѣе вытѣсняются брусками *параллелепипедной*, или *продолговатой формы*. Кубическіе бруски обходятся немного дешевле продолговатыхъ, потому что при равномъ объемѣ поверхность ихъ меньше, а количество ручной работы при отдѣлкѣ камней находится въ зависимости главнымъ образомъ отъ поверхности; сверхъ того, ихъ можно переворачивать, при перестройкѣ мостовой, вообще большее число разъ, чѣмъ продолговатые бруски.

Въ остальныхъ отношеніяхъ продолговатые бруски выгоднѣе кубическихъ. Продолговатые бруски укладываютъ длиною нормально къ линіямъ проѣзда, причемъ мостовая представляетъ въ каждомъ ряду меньше швовъ, идущихъ по направленію движенія, чѣмъ при кубическихъ брускахъ, а это весьма важно для прочности и исправности мостовой. Состояніе поверхности изъѣзженной мостовой (фиг. 136) показываетъ, что больше всего изнашиваются ребра *A* камней, у продольныхъ швовъ, и части *B* камней, слѣдующія непосредственно за этими швами; слѣдовательно, полезно уменьшать число продольныхъ швовъ въ мостовой, такъ какъ вмѣстѣ съ этимъ уменьшается также число реберъ *A* и точекъ *B*. Кромѣ того, при одинаковой степени изнашиванія швовъ, верхушки кубическихъ брусковъ становятся уже совершенно округленными, когда верхушки продолговатыхъ еще имѣютъ плоскія части.

Величина каменныхъ брусковъ выражается ихъ размѣрами по тремъ направленіямъ, то есть ихъ шириною, длиною и высотой; она опредѣляется условіями удобства мостовой для проѣзда, сопротивляемостью каменнаго матеріала внѣшнимъ усиліямъ и экономическими соображеніями.

Если каменные бруски велики, то они хорошо сопротивляются излому и устойчивы, но мостовая дѣлается при изнашиваніи очень тряскою и неудобною для проѣзда: отъ округленія верхнихъ граней брусковъ, на поверхности мостовой образуются неровности, вслѣдствіе чего колеса экипажей при переходѣ съ одного ряда камней на другой производятъ толчки, а при соскальзываніи съ округленныхъ верхушекъ камней въ продольные швы вызываютъ поперечныя перемѣщенія экипажей, лошади же, не встрѣчая на большихъ и округленныхъ верхушкахъ камней надлежащаго упора для копытъ, часто поскальзываются. Если каменные бруски малы, то указанныхъ неудобствъ не замѣчается, но сопротивленіе камней излому и опрокидыванію оказывается небольшимъ; поэтому бруски малыхъ размѣровъ цѣлесообразны лишь при употребленіи на мостовую очень крѣпкаго каменнаго матеріала и при тщательной стилкѣ мостовой.

Малые бруски стѣятъ за кубическую единицу дороже большихъ, потому что изготовленію ихъ требуетъ больше ручной работы, пропорціональной не объему, а поверхности брусковъ. Стилка мостовой изъ малыхъ брусковъ стоитъ также дороже, такъ какъ работа

по укладкѣ каждаго камня слабо возрастаетъ съ увеличеніемъ его размѣровъ. Поэтому, не смотря на то, что на мостовую изъ малыхъ брусковъ необходимо меньшее объемное количество матеріала, она обходится нерѣдко въ общемъ немного дороже мостовой изъ большихъ брусковъ; по удобству же для проѣзда, первая всегда несравненно лучше второй.

Ширина брусковъ должна быть одинакова для опредѣленнаго участка мостовой, или по крайней мѣрѣ для каждаго изъ поперечныхъ рядовъ. Употребительная ширина брусковъ измѣняется отъ 3 до 7 дюймовъ, причемъ, какъ найдено по опытамъ въ Лондонѣ, гдѣ были испробованы каменные бруски различной ширины, для очень крѣпкаго матеріала наилучшая ширина 3—3,5 дюйма. Лошадь, на бѣгу по мостовой изъ широкихъ брусковъ, старается всегда упираться въ поперечные швы и, ударяя копытами въ ребра камней, сбиваетъ эти ребра; при ширинѣ брусковъ въ 3—3,5 дюйма, то есть меньшей діаметра копытъ лошади, подобнаго сбиванія реберъ не замѣчается, потому что тогда лошадь ударяетъ копытами въ мостовую, какъ случится, не выбирая для того болѣе удобныхъ мѣстъ. При каменномъ матеріалѣ средней крѣпости, для устраненія излома брусковъ, приходится увеличивать ширину камней до 4 и болѣе дюймовъ.

Длина брусковъ дѣлается приблизительно одинаковою для всей мостовой или для отдѣльныхъ участковъ, хотя однообразіе въ длинѣ брусковъ менѣе важно, чѣмъ въ ширинѣ. Равномѣрность длины брусковъ вызывается до нѣкоторой степени требованіемъ перевязки продольныхъ швовъ мостовой. Кромѣ того, при песчаномъ основаніи мостовой, равномѣрность длины брусковъ необходима для одинаковой осадки камней отъ сжатія песка, подъ давленіемъ проходящихъ по мостовой грузовъ. Употребительная длина брусковъ измѣняется въ предѣлахъ отъ 5 до 10 дюймовъ и чаще всего принимается въ 7—8 дюймовъ.

Высота брусковъ должна быть одинакова для всей мостовой или для отдѣльныхъ участковъ. Однообразіе высоты брусковъ необходимо для того, чтобы камни мостовой представляли равное сопротивленіе разламыванію, равную устойчивость и, если основаніе песчаное, равномѣрную осадку. Полное сжатіе слоя песка, при опредѣленномъ давленіи, пропорціонально толщинѣ его; слѣдова-

тельно, если бруски разной высоты, то и осадка их не одинакова, потому что толщина слоя песка под ними различна. Высота брусков зависит от крепости материала и от дѣятельности проѣзда и обыкновенно колеблется от 5 до 8 дюймовъ; высота въ 7 дюймовъ при крепкомъ материалѣ достаточна даже для самаго сильнаго и грузнаго проѣзда.

Вообще, каковы бы ни были размѣры каменныхъ брусковъ, полезно для дѣла, если они остаются постоянными на всемъ пространствѣ мостовой. Если же въ распоряженіи имѣются бруски различныхъ размѣровъ, то необходимо ихъ сортировать по величинѣ и класть одинъ сортъ за другимъ на отдѣльныхъ участкахъ мостовой, притомъ такъ, чтобы величина брусковъ постепенно увеличивалась вдоль дороги.

56. Образцы устройства брусчатой мостовой. Въ дополнение къ изложеннымъ выше общимъ правиламъ устройства брусчатой мостовой приводимъ ниже краткое описаніе типовъ этой мостовой, предпочитаемыхъ въ послѣднее время въ большихъ городахъ, при замощеніи улицъ. Описываемые типы могутъ служить образцами устройства каменной брусчатой мостовой.

Въ *Парижѣ* брусчатая мостовая устраивается въ новѣйшее время изъ брусковъ кварцеваго песчаника изъ Фонтенебло, длиною въ $6\frac{1}{2}$, 8 или 9 дюймовъ, шириною въ 3, 4 или 5 дюймовъ и высотой отъ 6 до $6\frac{1}{2}$ дюймовъ, причемъ предпочитаютъ камни размѣровъ $6\frac{1}{2} \times 4 \times 6\frac{1}{2}$ дюймовъ. Камни укладываются (фиг. 137) на слой песка, толщиною отъ 6 до 9 дюймовъ, нормальными рядами; швы дѣлаются толщиною отъ 0,2 до 0,4 дюймовъ и заполняются пескомъ.

Въ *Виннѣ* камни брусчатой мостовой изготовляются изъ гранита и обыкновенно имѣютъ форму куба въ 7 дюймовъ въ сторонѣ; только при большихъ продольныхъ уклонахъ употребляются бруски, имѣющіе форму параллелепипеда въ 5 дюймовъ шириною, въ $9\frac{1}{2}$ дюймовъ длиною и въ 7 дюймовъ высотой. Бруски кубической формы выдерживаютъ двѣ перестройки мостовой, то есть троекратное изнашиваніе до допускаемой степени, на одинъ дюймъ: сначала изнашиванію подвергается верхняя грань брусковъ, потомъ, при перестройкахъ мостовой, бруски переворачиваются, при первой пе-

рестройкъ — вверхъ нижнюю гранью, а при второй перестройкъ — вверхъ боковой гранью. Мостовая стелется почти всегда наклонными рядами, и только при большихъ уклонахъ предпочитается нормальное расположеніе рядовъ. Основаніе мостовой (фиг. 138) состоитъ: при твердомъ грунтѣ — изъ слоя хряща въ 6 дюймовъ и слоя песка въ 3 дюйма толщиною, при слабомъ грунтѣ — изъ ряда необдѣланныхъ камней въ 8 дюймовъ, слоя щебня въ 6 дюймовъ, слоя хряща въ 1 дюймъ и слоя песку въ 3 дюйма толщиною. Швы мостовой заполняются пескомъ.

Въ *Берлинѣ* каменная мостовая (фиг. 126) устраивается изъ продолговатыхъ брусковъ песчаника или діорита, длиною и высотой въ $7\frac{1}{2}$ дюймовъ, шириною въ 4 дюйма, или изъ кубическихъ брусковъ гранита, въ 6 дюймовъ въ сторонѣ; продолговатые бруски располагаются всегда нормальными рядами, а кубическіе — какъ нормальными, такъ и наклонными. Основаніе мостовой составляется изъ ряда необдѣланныхъ камней, въ 4 дюйма длиною, укладываемыхъ острымъ концомъ плотно одинъ возлѣ другого, и изъ слоя щебня, въ $3\frac{1}{3}$ дюйма толщиною, плотно укатываемаго паровымъ каткомъ; передъ стилкой камней поверхность щебеночного слоя покрывается слоемъ песка, около 1 дюйма толщиною, для выравниванія разности высотъ отдѣльныхъ камней. Швы мостовой, толщиною около 0,4 дюйма, заполняются на половину высоты кварцевымъ пескомъ и затѣмъ заливаются расплавленною смѣсью изъ 75% асфальтовой смолы и 25% креозота. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, при проложеніи по улицѣ конно-желѣзной дороги, средняя полоса мостовой стелется на слой бетона, въ 6 дюймовъ толщиною, покрытомъ слоемъ песка въ 1—1,5 дюйма.

Въ *Лондонѣ* бѣлая часть улицъ замощена гранитомъ изъ Абердина. Мостовая состоитъ изъ брусковъ отъ 7 до 10 дюймовъ длиною, отъ 7 до 8 дюймовъ высотой и отъ 3 до 4 дюймовъ шириною (фиг. 139). Основаніе мостовой устраивается изъ бетона, разостланнаго на выровненной и уплотненной поверхности грунта слоемъ около 8 дюймовъ толщиною; бетонъ составляется изъ одной части портландскаго цемента и 7 частей смѣси гравія съ пескомъ, въ которой на 1 часть песка приходится 2 части гравія. Бетонный слой слегка утрамбовывается, выравнивается съ поверхности, смазывается цементнымъ растворомъ и по отвердѣніи послѣдняго по-

крывается слоем песка, въ 1 дюймъ толщиною, чистаго или смѣшаннаго съ цементомъ въ порошокъ. Каменные бруски укладываются на цементномъ растворѣ, которымъ заполняются также и швы между ними.

в) Асфальтовая мостовая.

57. Матеріаль для устройства асфальтовой мостовой. *Асфальтомъ* называется известнякъ юрской формаци, пропитанный особой горной смолой, *битумомъ*. Асфальтъ добываютъ изъ земной коры во многихъ мѣстахъ Европы. Наиболѣе извѣстны слѣдующія мѣста добыванія асфальта: у Сейсселя въ департаментѣ Эна во Франціи, въ долину Травера въ кантонѣ Невшателъ въ Швейцаріи, у Лобзана въ Эльзасѣ и у Лиммера въ Ганноверѣ въ Германіи, у Рагузы на островѣ Сициліи въ Италіи. Въ Россіи асфальтъ добывается близъ Сызрани, въ с. Костычкахъ.

Асфальтовая смола, или *битумъ*,—горючее, переменнаго состава вещество, состоящее изъ двухъ разныхъ элементовъ, одного—твердаго и постояннаго, другого—жидкаго и летучаго; ихъ можно раздѣлить сухой перегонкой. Сообразно съ относительнымъ содержаніемъ этихъ двухъ элементовъ, битумъ бываетъ болѣе или менѣе вязокъ при обыкновенной температурѣ.

Битумъ встрѣчается въ природѣ и помимо асфальта. Иногда его находятъ въ свободномъ состояніи, какъ на берегахъ Мертваго моря въ Палестинѣ, но чаще имъ бываютъ пропитаны землистые вещества: глина, какъ на островѣ Тринидадѣ, принадлежащемъ къ группѣ Малыхъ Антильскихъ острововъ, и на островѣ Кубѣ, или песокъ, какъ у Бастенны въ Ландскомъ департаментѣ Франціи. Количество битума въ пропитанной имъ массѣ землистыхъ веществъ достигаетъ 65—75%.

На холодѣ битумъ—сухъ и хрупокъ; при обыкновенной температурѣ онъ твердъ, но во время сильныхъ жаровъ дѣлается тягучимъ. При нагрѣваніи битумъ размягчается и становится жидкимъ при температурѣ выше 100°C. Если нагрѣвать битумъ на открытомъ воздухѣ выше 140°, то составъ его измѣняется: одна часть битума улетучивается, другая образуетъ черный угольный остатокъ. Наконецъ, если битумъ зажечь, то онъ сгораетъ коптящимъ пламенемъ.

Когда битумомъ пропитана глина или песокъ, то его легко оттуда извлечь; стоитъ только такую глину или песокъ бросить въ кипящую воду, и битумъ размягчается и всплываетъ на поверхность воды, отдѣляясь отъ землистыхъ частицъ, которыя опускаются на дно сосуда. На асфальтъ, частицы котораго мелки и тѣсно связаны, кипящая вода не производитъ такого дѣйствія, и потому изъ асфальта нельзя получить битумъ объясненнымъ способомъ. Однако и въ асфальтѣ известковыя частицы, связанные битумомъ, разъединяются, когда послѣдній дѣлается жидкимъ, то есть при температурѣ выше 100°; при этомъ асфальтъ распадается въ порошокъ, но не плавится.

Для нѣкоторыхъ примѣненій асфальтъ требуется въ расплавленномъ видѣ; чтобы сообщить асфальту способность плавиться, прибавляютъ къ нему нѣкоторое количество битума, и тогда асфальтъ дѣлается плавкимъ при температурѣ отъ 130 до 140°. Самый богатый смолою асфальтовый известнякъ содержитъ въ себѣ не болѣе 12—14% битума; для сообщенія же асфальту плавкости, заключающееся въ немъ количество битума доводится до 16—24%. Прибавленіе битума къ асфальту достигается смѣшеніемъ порошка асфальта съ расплавленнымъ битумомъ; получаемый при этомъ продуктъ отливается въ формы, отвердѣваетъ въ нихъ при охлажденіи и носитъ названіе *асфальтовой мастики*.

Въ продажѣ асфальтъ имѣется въ трехъ видахъ: въ видѣ асфальтоваго порошка, въ видѣ битума и въ видѣ асфальтовой мастики. Асфальтовый порошокъ получается изъ асфальта путемъ механическаго измельченія его; битумъ вываривается изъ пропитанныхъ асфальтовою смолою массъ землистыхъ веществъ; асфальтовая мастика получается указаннымъ выше способомъ.

58. Устройство асфальтовой мостовой. На городскихъ улицахъ съ большимъ поѣздомъ движеніе экипажей по каменной мостовой производитъ оглушительный шумъ и непріятныя сотрясенія въ лежащихъ домахъ. Щебеночная одежда устраняетъ эти неудобства, но даетъ много пыли и грязи, представляющихъ существенное неудобство для городского движенія и засоряющихъ водосточныя трубы.

Давно уже старались придумать для подобныхъ случаевъ такое покрытие поверхности дорогъ, которое не имѣло бы неудобствъ ка-

менной мостовой и щебеночной одежды. Задача эта вполне удовлетворительно была рѣшена примѣненіемъ асфальта къ замощенію дорогъ.

Первые опыты устройства асфальтовой одежды относятся къ 1837 году, но сначала они велись ощупью и не давали хорошихъ результатовъ. Пришлось испытать много неудачъ, прежде чѣмъ найдены были наилучшіе способы употребленія асфальта для мощенія, вошедшіе затѣмъ въ общую практику.

Прежде всего пробовали замащивать дорогу брусками, изготовленными искусственно изъ хряща и асфальтовой мастики, причемъ швы между этими брусками заполняли расплавленной мастикой, во время стилки мостовой. Затѣмъ перешли къ опытамъ устройства асфальто-щебеночной одежды, для чего покрывали земляное полотно дороги слоемъ смѣси изъ щебня и расплавленной мастики. Оба эти способа употребленія асфальта, имѣвшіе между собою нѣкоторое сходство, одинаково оказались неудачными. Зимой мастика становилась отъ холода очень хрупкой и раздроблялась между щебенками; лѣтомъ отъ жаровъ она размягчалась и пріобрѣтала пластичность, причемъ однѣ щебенки опускались внизъ, а другія выступали на поверхность одежды, которая отъ этого дѣлалась зубчатою и быстро изнашивалась. Въ томъ и другомъ случаѣ, состояніе дорогъ, покрытыхъ подобной одеждой, скоро становилось неудовлетворительнымъ.

Наконецъ пытались употреблять асфальтовый известнякъ, какъ обыкновенную каменную породу, въ видѣ щебня, насыпаннаго слоемъ на земляное полотно. При этомъ получалась асфальтовая одежда, мало превосходившая по удобству для проѣзда и по долговѣчности обыкновенную щебеночную одежду изъ хорошаго крѣпкаго щебня. Отъ этого способа покрытія дорогъ пришлось отказаться главнымъ образомъ вслѣдствіе его дороговизны.

Въ 1840 году былъ придуманъ первый хорошій способъ устройства асфальтовой мостовой, заключающійся въ настилкѣ слоя расплавленной асфальтовой мастики, съ примѣсью битума и гравія, на бетонное основаніе. Этотъ способъ примѣняется до сихъ поръ для покрытія асфальтомъ тротуаровъ, проходовъ и дворовъ, а иногда и улицъ. Устроенная этимъ способомъ мостовая носитъ названіе *мостовой изъ литого асфальта* и держится довольно хорошо, если слой расплавленной мастики настиляется на совершенно сухое бе-

тонное основаніе, а движеніе по покрытому одеждою пространству не очень сильно. Въ Петербургѣ такой мостовой покрыты двѣ улицы: Екатерининская и Набережная Фонтанки у Инженернаго замка. На этихъ улицахъ она требуетъ частыхъ исправленій и скоро изнашивается.

Для устройства мостовой изъ литого асфальта (фиг. 140), на выравненное и уплотненное земляное полотно улицы настилаютъ слой тощаго бетона толщиною отъ 6 до 9 дюймовъ, сообразно съ родомъ грунта; по настлѣкъ слой этотъ слегка уколачиваютъ и затѣмъ выравниваютъ смазкой изъ цементнаго раствора. Когда это бетонное основаніе совершенно отвердѣетъ и высохнетъ, его покрываютъ расплавленнымъ *литымъ асфальтомъ*, то есть расплавленной смѣсью изъ мастики, битума и гравія.

Плавка, или *варка*, литого асфальта производится у самаго мѣста работъ въ перевозныхъ (фиг. 141) или переносныхъ (фиг. 142) котлахъ. Въ нагрѣтый котель кладутъ сначала битумъ; затѣмъ, когда битумъ расплавится, накладываютъ въ котель постепенно, за нѣсколько разъ, опредѣленное напередъ количество асфальтовой мастики и расплавляютъ ее. По мѣрѣ распусканія мастики, всю находящуюся въ котлѣ массу перемѣшиваютъ, чтобы она не пригорала ко дну котла; перемѣшиваніе производится въ перевозномъ котлѣ особой мѣшалкой *А*, а въ переносномъ—ручной кочергой *В*. Когда вся мастика распустится, въ котель всыпаютъ опредѣленное количество мелкаго гравія и старательно смѣшиваютъ его съ расплавленной массой.

Расплавленную асфальтовую массу берутъ изъ котла желѣзными черпаками или ведрами, вываливаютъ на мѣстѣ работъ грядками, которыя затѣмъ разстилаются въ ровный слой посредствомъ деревянныхъ *лопатокъ* (фиг. 143). Чтобы впослѣдствіи стыки слоя не разошлись и не образовали трещинъ, при растлѣкъ литого асфальта слѣдуетъ отогрѣвать, послѣ всякаго перерыва работы, остывшіе края асфальтоваго слоя; для этого отогрѣванія на остывшіе края слоя накладываютъ немного горячаго асфальта и черезъ нѣсколько минутъ счищаютъ наложенный матеріалъ прочь.

Если литымъ асфальтомъ покрывается проѣзжая часть улицы, то его настилаютъ обыкновенно толщиною въ 2 дюйма, за 2 раза, слоями въ 1 дюймъ, причемъ къ настлѣкъ верхняго слоя присту-

паютъ только тогда, когда нижній совершенно окрѣпнетъ. Литой асфальтъ для нижняго слоя составляется изъ 81% мастики, 4% битума и 15% мелкаго гравія; въ составъ асфальта для верхняго слоя входитъ меньше битума и меньше гравія. Чтобы сдѣлать поверхность мостовой шероховатой, верхній слой, тотчасъ по настлѣжѣ его, посыпаютъ пескомъ и затѣмъ растираютъ этотъ песокъ на мостовой деревянными *терками* (фиг. 144).

Примѣненіе асфальта къ мощенію дорогъ достигло очень хорошихъ практическихъ результатовъ лишь съ 1855 года, когда былъ придуманъ другой способъ устройства асфальтовой мостовой, состоящій въ искусственномъ уплотненіи обращеннаго въ порошокъ естественнаго асфальта, послѣ разсыпки этого порошка тонкимъ слоемъ на крѣпкомъ бетонномъ основаніи. Устраиваемая этимъ способомъ асфальтовая мостовая называется *мостовой изъ уплотненнаго асфальта*. Въ Петербургѣ такой мостовой покрыта Большая Конюшенная улица; мостовая устроена лѣтомъ 1892 года и съ тѣхъ поръ по настоящее время держится очень хорошо, удовлетворяя всѣмъ требованіямъ удобнаго городского проѣзда.

Основаніе мостовой изъ уплотненнаго асфальта устраивается изъ тощаго бетона совершенно такъ же, какъ основаніе мостовой изъ литого асфальта. Лишь въ рѣдкихъ случаяхъ устраиваютъ это основаніе изъ хорошаго укатаннаго щебеночнаго слоя, съ заливкой, смазкой и выравниваніемъ поверхности его цементнымъ растворомъ.

Употребляемый для устройства мостовой асфальтовый порошокъ изготовляется изъ асфальта на особыхъ заводахъ механическимъ путемъ. Для этого асфальтовый известнякъ сначала разбиваютъ на небольшіе куски дробилками, затѣмъ размалываютъ эти куски въ мелочь на особыхъ мельницахъ и наконецъ просѣиваютъ мелочь въ коническихъ ситахъ.

При устройствѣ мостовой, асфальтовый порошокъ нагревается до 120°C. во вращающихся на горизонтальной оси *барабанахъ* и подвозится къ мѣсту работъ въ закрытыхъ повозкахъ. Часто впрочемъ нагреваютъ асфальтовый порошокъ у самаго мѣста работъ на особыхъ перевозныхъ *сковородахъ* изъ листового желѣза (фиг. 145).

Въ нагрѣтомъ состояніи асфальтовый порошокъ насыпаютъ на бетонное основаніе, разстилаютъ посредствомъ лопатокъ равномернымъ слоемъ толщиною отъ 2 $\frac{1}{4}$ до 3 дюймовъ и выравниваютъ съ

поверхности по требуемому поперечному профилю при помощи подвижного *шаблона* (фиг. 146). Шаблонъ этотъ состоитъ изъ длинной доски *А*, нижній край которой вырѣзанъ сообразно съ поперечнымъ профилемъ мостовой, а верхній прикрѣпленъ къ шпренгелю брусу *В*, лежащему концами на двухъ парахъ каточковъ *С*. Передвигая шаблонъ по положеннымъ у краевъ мостовой брускамъ, надъ насыпаннымъ слоемъ порошка, придаютъ слою требуемую толщину и ровную поверхность.

По разсыпкѣ асфальтоваго порошка, для соединенія частицъ асфальта въ плотную кору осторожно уплотняютъ насыпанный слой посредствомъ чугунныхъ *трамбовокъ* (фиг. 147), нагрѣваемыхъ предварительно на жаровнѣ. Затѣмъ выравниваютъ поверхность уплотненнаго слоя, разглаживая ее особыми большими *утюгами* (фиг. 148), съ выпуклой нижней поверхностью; утюги эти предъ употребленіемъ въ дѣло нагрѣваются на жаровнѣ, подобно трамбовкамъ. Далѣе, выровненный асфальтовый слой трамбуютъ снова, на этотъ разъ энергичнѣе и смѣлѣе, и чтобы сдѣлать поверхность слоя шереховатою, посыпаютъ ее мелкимъ пескомъ. Наконецъ, нѣсколько разъ провозятъ по слою маленькій ручной катокъ, вѣсящій отъ 25 до 30 пудовъ и имѣющій цилиндръ шириною отъ 0,3 до 0,4 сажени. Объемъ асфальтоваго порошка уменьшается отъ трамбованія и укатки; уменьшеніе это достигаетъ до 35% при полномъ уплотненіи матеріала, такъ что изъ слоя порошка въ $2\frac{1}{4}$ —3 дюйма образуется плотный слой асфальта въ $1\frac{1}{2}$ —2 дюйма.

Иногда слой асфальта отдѣляютъ отъ бетоннаго основанія прокладкой изъ кровельнаго толя; это дѣлается съ цѣлью облегчить асфальтовому слою небольшія перемѣщенія, происходящія при измѣненіи температуры и служащія часто причиною образованія трещинъ въ асфальтѣ.

Мостовая изъ сплотненнаго асфальта только тогда оказывается долговѣчною и вполне исправною, когда асфальтовый слой располагается на совершенно сухомъ, прочномъ и неизмѣняемомъ основаніи. Если бетонъ, покрываемый слоемъ асфальта, влаженъ, то находящаяся на немъ вода испаряется отъ прикосновенія съ горячимъ порошкомъ, и образующійся паръ выходитъ наружу, пролагая себѣ пути сквозь асфальтовый слой; вслѣдствіе этого, въ асфальтѣ образуется много тонкихъ вертикальныхъ трещинъ, раздѣляющихъ

его на мелкія части, которыя легко раздробляются при движеніи экипажей. Неравнобѣрная сжимаемость грунта подъ основаніемъ приводитъ къ такимъ же послѣдствіямъ, и потому иногда бетонный слой располагають не прямо на грунтѣ, а на плотно укатанной подстилкѣ изъ крупнаго щебня или на мостовой изъ крупныхъ камней, покрытой хрящомъ. Кромѣ того, для исправности асфальтовой мостовой важно, чтобы толщина асфальтоваго слоя была одинакова на всемъ протяженіи его и чтобы на поверхности основанія не было ямокъ. Наконецъ, существенными условіями успѣха этой мостовой являются тщательность выполненія работъ при устройствѣ ея и внимательный выборъ матеріала.

59. Свойства асфальтовой мостовой. Дороги, покрытыя асфальтовой мостовой, не даютъ грязи и пыли, потому что изнашивание асфальта происходитъ очень медленно. Наблюденія указываютъ, что асфальтовый слой теряетъ въ годъ не болѣе $\frac{1}{25}$ дюйма толщины на тысячу проходящихъ по дорогѣ лошадей въ день. Асфальтовая мостовая загрязняется лишь навозомъ и пылью, наносимой со стороны, доставляетъ экипажамъ проѣздъ покойный и мягкій, безъ шума и тряски, и совершенно освобождаетъ дома отъ сотрясеній. Въ холодное время года сопротивленіе тягѣ на ней меньше, чѣмъ на хорошей брусчатой каменной мостовой; лѣтомъ оно не превышаетъ сопротивленія на самой лучшей щебеночной одеждѣ, за исключеніемъ рѣдкихъ случаевъ, когда дорога подвергается дѣйствію жгучихъ лучей солнца, размягчающихъ иногда асфальтъ до того, что на немъ остаются слѣды отъ прохода колесъ. Наконецъ, въ асфальтовой мостовой нѣтъ швовъ, и потому она непроницаема для воды и не пропускаетъ той жидкой грязи, которая пропитываетъ песчаное или щебеночное основаніе каменной мостовой.

Вмѣстѣ съ этими достоинствами, драгоцѣнными для покрытия улицъ въ большихъ городахъ, асфальтовая мостовая обладаетъ и нѣкоторыми недостатками. Асфальтовую мостовую нельзя устраивать и ремонтировать иначе, какъ въ теплое и совершенно сухое время, какое въ нѣкоторыхъ краяхъ бываетъ въ теченіи года рѣдко и продолжается каждый разъ недолго. Если поврежденія показываются въ асфальтовомъ слой зимой, то до наступленія удобнаго для ремонта времени, сухого и теплаго, они часто успѣвають достигнуть

значительныхъ размѣровъ. Кромѣ того, сильные морозы и продолжительные дожди служатъ нерѣдко причиною появленія въ асфальтовомъ слоѣ поврежденій, особенно вредныхъ въ виду того, что образованіе ихъ не разъяснено еще въ надлежащей мѣрѣ. Слѣдствіемъ этихъ особенностей асфальтовой мостовой является то, что ремонтъ ея очень труденъ и дорогъ.

Въ первое время примѣненія асфальта для покрытія дорогъ существовало опасеніе, что асфальтовая мостовая будетъ опасна для лошадей, вслѣдствіе отсутствія на поверхности ея швовъ, дающихъ обыкновенно упоръ для копытъ. Но въ послѣдствіи выяснилось, что асфальтъ не скользокъ самъ по себѣ, потому что никогда не шлифуется; онъ дѣлается скользкимъ только отъ присутствія на поверхности мостовой тонкаго слоя постороннихъ пластичныхъ или скользкихъ веществъ, каковы—грязь и ледъ. Грязь обыкновенно попадаетъ съ сосѣднихъ дорогъ, откуда она наносится колесами экипажей; эта грязь не представляетъ неудобства, пока она жидка, но становится скользкою при сгущеніи. Впрочемъ, при такой сгустившейся (*жирной*) грязи, а также при гололедицѣ, достаточно только посыпать немного поверхность асфальтовой мостовой пескомъ, чтобы устранить совершенно ея скользкость.

Асфальтовая мостовая годится только для покрытія дорогъ, расположенныхъ горизонтально или съ продольнымъ уклономъ не выше 0,02, потому что при болѣе крутыхъ уклонахъ лошади не находятъ на поверхности этой мостовой надлежащаго упора для копытъ.

Благодаря своимъ полезнымъ особенностямъ, асфальтовая мостовая представляетъ весьма распространенный видъ мощенія улицъ въ большихъ городахъ Западной Европы; въ Берлинѣ и Парижѣ ею покрыто много улицъ въ центральныхъ частяхъ городовъ. Дороговизна устройства и ремонта представляетъ главное препятствіе къ еще болѣе широкому распространенію этой мостовой на городскихъ улицахъ и дѣлаетъ ее мало примѣнимою для открытыхъ дорогъ.

г) Деревянная мостовая.

60. Укрѣпленіе поверхности дорогъ хворостомъ, жердями и пластинами. Употребленіе дерева для устройства дорожной одежды началось, по всей вѣроятности, одновременно съ появленіемъ первой

потребности въ перевозкѣ грузовъ по дурному грунту,—по топямъ или болотамъ. Застилка дорогъ хворостомъ, жердями и пластинами, для укрѣпленія поверхности ихъ, практиковалась болѣе тысячи лѣтъ назадъ; покрытіе полотна мостовъ и небольшихъ участковъ дорогъ досками и бревнами вошло въ употребленіе столь же давно. Но деревянная мостовая, въ узкомъ смыслѣ этого слова, стала извѣстной не раньше девятнадцатаго столѣтія; самое раннее примѣненіе ея къ дорогамъ общаго пользованія было сдѣлано въ Россіи. Прежде описанія этой мостовой, скажемъ нѣсколько словъ объ употребленіи хвороста, жердей и пластинъ для укрѣпленія поверхности дорогъ.

Хворостяная стилка устраивается изъ хвороста или фашинъ, поддерживающихъ хрящъ, песокъ или иной сыпучій матеріалъ, который собственно и подвергается непосредственному дѣйствію проѣзда; такой сыпучій матеріалъ является необходимой составной частью этой одежды, потому что самый хворостъ неудобенъ для проѣзда и не представляетъ достаточнаго сопротивленія тренію колесъ. Хворостяная стилка удобна для укрѣпленія проѣзжей части дорогъ въ грунтахъ, растворимыхъ водою, каковы — мергельный, известковый, глинистый и др. Для устройства ея, хворостъ и хрящъ или песокъ располагаются послѣдовательными слоями: сначала кладутъ поперекъ дорожнаго полотна рядъ двукомельныхъ фашинъ и, перерубивъ ихъ перевязки, разравниваютъ хворостъ въ слой; затѣмъ, сверхъ хвороста насыпаютъ слой хряща или песка. Хворостяную стилку устраиваютъ изъ одного или нѣсколькихъ слоевъ хвороста, сообразно со степенью вязкости грунта и съ положеніемъ мѣста.

Въ видѣ примѣра, можно указать слѣдующій способъ устройства хворостяной стилки, оказавшійся на практикѣ дешевымъ и довольно удовлетворительнымъ по удобству проѣзда и ремонта. На поверхность земли накладываютъ (фиг. 149), по ширинѣ въ 2 сажени, слой хвойнаго или лиственнаго хвороста, толщиною не менѣе 30 дюймовъ по срединѣ и 20 дюймовъ по краямъ, располагая вѣтви поперекъ дороги; потомъ, по бокамъ этого слоя, отступя отъ него на 1,5 сажени, копаютъ канавы и вынимаемую землю насыпаютъ на хворостъ слоемъ, толщиною въ 12 дюймовъ, съ выпуклостью къ срединѣ; наконецъ, насыпанную землю плотно утрамбовываютъ и покрываютъ ее слоемъ песка, толщиною отъ 4 до 7 дюймовъ, смотря по вязкости земли.

Жердевой настилъ устраивается изъ сосновыхъ или еловыхъ жердей, длиною въ 2 сажени и толщиною не менѣе 2 вершковъ. Сначала по длинѣ дороги (фиг. 150) кладутъ и врываютъ въ грунтъ 4 продольныхъ ряда лежней изъ накатника толщиною въ 3 вершка; на этихъ лежняхъ настилаютъ жерди поперекъ дороги, комлями попеременно въ ту и другую сторону, пригоняя жерди, какъ между собою, такъ и къ лежнямъ, помощью небольшой притески. Затѣмъ, для скрѣпленія жердей, сверхъ настила, по обоимъ краямъ его, кладутъ *прижимы*, или *прибоины*, изъ жердей; прижимы эти прибиваются къ землѣ кольями съ кривыми головками, располагая колья наклонно по обѣимъ сторонамъ прижимовъ, въ разстояніи полусажени одинъ отъ другого, и дѣлая для нихъ вырубки въ смежныхъ жердяхъ. Наконецъ, для облегченія проѣзда и сохраненія настила, сверхъ жердей насыпаютъ слой глинисто-песчаной земли, толщиною въ 2—3 дюйма. Нерѣдко подсыпаютъ и подъ настилъ слой глинисто-песчаной земли, толщиною около 3 дюймовъ. Съ цѣлью увеличенія прочности жердевого настила, полезно дѣлать прижимы изъ пластинъ, болѣе обезпечивающихъ надлежащую связь жердей.

Пластинный настилъ устраивается подобно жердевому. Вдоль дороги врываютъ въ грунтъ 4 или 5 рядовъ лежней *L* изъ четырехвершковыхъ бревенъ (фиг. 151) и по нимъ настилаютъ пластины *M*, длиною обыкновенно отъ 2 до 3 сажень, изъ шестивершковыхъ бревенъ. При стилкѣ, пластины располагаются поперекъ дороги, горбылемъ къ землѣ, и прирубаются, какъ между собою, такъ и къ лежнямъ. Сверхъ пластиннаго настила, по обоимъ краямъ его, кладутъ прижимы *O* изъ четырехвершковыхъ бревенъ, обтесанныхъ на 3 канта; черезъ каждую сажень по длинѣ прижимы эти прикрѣпляются либо къ землѣ, посредствомъ сваекъ *A*, либо къ лежнямъ, при помощи булавъ *B*. Булавы дѣлаются изъ плотнаго неколющагося дерева, напримѣръ изъ березы; ихъ помѣщаютъ головками книзу и продѣваютъ въ выдолбленные въ лежняхъ отверстія; затѣмъ, къ нимъ прирубаютъ настилъ и прижимы, сверхъ которыхъ верхніе концы булавъ расклиниваются. Было испытано располагать пластины наклонно къ оси дороги, но безъ успѣха: такое расположеніе, не облегчая проѣзда, только ускоряло истираніе пластинъ.

Пластинный настилъ удобнѣе жердевого для проѣзда, но обходится дороже при постройкѣ. Вообще же, какъ хворостяная стилка,

такъ и жердевой и пластинный настилы не даютъ вполне удовлетворительной и удобной для движенія одежды, скоро портятся и въ нѣсколько лѣтъ (отъ 3 до 5) совершенно сгниваютъ. Поэтому примѣненіе ихъ встрѣчается рѣдко и ограничивается тѣми мѣстностями, которыя при болотистомъ грунтѣ весьма бѣдны каменными матеріалами и богаты лѣсомъ.

61. Торцовая мостовая; мостовая изъ шестигранныхъ торцовъ. Гораздо совершеннѣе описанныхъ видовъ настила—досчатый и брусчатый настилы, но примѣненіе ихъ ограничивается мостами. Не входя въ подробности устройства этихъ настиловъ, какъ частей мостовъ, замѣтимъ только, что настилы эти не долговѣчны и быстро изнашиваются, потому что дерево, положенное волокнами горизонтально, слабо выдерживаетъ дѣйствіе вертикальныхъ внѣшнихъ усилий. Давленіе и удары, дѣйствуя на дерево поперекъ волоконъ, легко раздробляютъ вещество, связывающее волокна, что даетъ начало полному разрушенію дерева; треніе же колесъ о поверхность настила, направленное вдоль волоконъ, легко отдѣляетъ верхнія волокна отъ остальныхъ.

Значительно большее сопротивленіе внѣшнимъ усиліямъ представляетъ дерево въ томъ случаѣ, когда оно расположено къ поверхности дороги *торцомъ*, то есть поставлено волокнами вертикально. Это свойство дерева положено въ основу устройства деревянной мостовой болѣе совершеннаго вида, называемой *торцовой мостовой*.

Первая печатная замѣтка о торцовой мостовой относится къ 1822 году и находится въ книгѣ баварскаго инженера *Пехмана* (Pechmann), объ устройствѣ и ремонтѣ дорогъ. Въ этой книгѣ между прочимъ сказано: «Для покрытія проѣзжей части мостовъ особенно пригодна мостовая изъ деревянныхъ кубиковъ, поставленныхъ торцомъ. Такъ какъ деревянные кубики можно нарѣзать изъ короткихъ концовъ лѣса, остающихся безъ пользы въ большомъ количествѣ при возведеніи деревянныхъ построекъ, то устройство такой мостовой обходится недорого. Многолѣтнимъ опытомъ на нѣсколькихъ мостахъ въ Баваріи подтверждается долговѣчность и прочность такой мостовой, какъ въ отношеніи разрушительнаго дѣйствія экипажей, которому она противостоитъ дольше, чѣмъ тяжелая каменная мостовая, такъ и въ отношеніи гніенія».

По этой замѣткѣ и по нѣкоторымъ другимъ указаніямъ можно думать, что первыя попытки устройства торцовой мостовой были сдѣланы въ началѣ XIX столѣтія въ Германіи и Австріи, но до двадцатыхъ годовъ попытки эти ограничивались незначительными размѣрами, — замощеніемъ торцами полотна мостовъ, проѣздовъ и проходовъ. Первое примѣненіе этой мостовой къ замощенію улицъ было сдѣлано въ двадцатыхъ годахъ въ Россіи, въ С.-Петербургѣ. По предложенію *Гурьева*, торцовой мостовой замощены были въ 1820 году участки Большой Морской и Милліонной улицъ, а затѣмъ, черезъ 6—7 лѣтъ, часть Невскаго проспекта и участокъ Петергофской дороги. Впослѣдствіи эта мостовая была испытана на улицахъ въ Лондонѣ, Вѣнѣ и Нью-Йоркѣ.

Торцовая мостовая, предложенная Гурьевымъ, примѣняется къ замощенію улицъ въ Петербургѣ до сихъ поръ и устраивается теперь слѣдующимъ образомъ (фиг. 152). На земляное полотно дороги, поперекъ ея оси, укладываютъ лежни *B* изъ шестивершковыхъ бревенъ, обтесанныхъ на 2 канта; лежни эти располагаются въ разстояніи полусаженіи одинъ отъ другого и утапливаются въ грунтъ. По лежнямъ настилаютъ полъ изъ досокъ *A*, положенныхъ вдоль дороги, съ промежутками въ полдюйма; для лучшаго поддержанія досокъ по длинѣ грунтъ между лежнями трамбуется и обдѣлывается небольшою выпукlostью. Настиленный полъ, служащій основаніемъ для торцовой мостовой, осмаливается, и затѣмъ на немъ укладываются одна возлѣ другой призматическія шестигранныя *шашки*, или *торцы* (фиг. 153), высотой 7 дюймовъ и въ поперечникѣ 10 дюймовъ, изготовленные изъ сосновыхъ бревенъ. Шашки эти соединяются взаимно посредствомъ деревянныхъ штырей *A*, около 4 дюймовъ длиною, заколачиваемыхъ въ дыры, высверленные въ двухъ противоположныхъ граняхъ каждой шашки, на половинѣ ея высоты; часто, вмѣсто деревянныхъ штырей, для соединенія торцовъ употребляютъ желѣзные штифты.

По обѣимъ сторонамъ проѣзжей части улицы узкія полосы замощиваются обыкновенно булыжною мостовою (фиг. 154), а въ промежуткѣ между ними настилается деревянная мостовая изъ торцовъ. По укладкѣ шашекъ поверхность мостовой осмаливается разогрѣтой смѣсью изъ жидкой и густой смолы, поровну, причемъ мазишкой проводятъ по швамъ шашекъ, для закрытія всѣхъ щелей,

черезъ которыя вода могла бы протекать между торцами. Наконецъ, тотчасъ же за осмолкой поверхность мостовой посыпается пескомъ въ такомъ количествѣ, какое можетъ забрать въ себя смола.

Для изготовленія шашекъ распиливаютъ шестивершковыя сосновыя бревна на куски длиною въ 7 дюймовъ, посредствомъ обыкновенныхъ или двойныхъ круглыхъ пилъ, и обтесываютъ затѣмъ эти куски въ шестигранныя призмы, вручную топорами, или на машинахъ особыми стальными рѣзцами. Для намѣтки граней при ручной обтескѣ употребляется иногда желѣзный *шестигранникъ* (фиг. 155); шестигранникъ этотъ приставляютъ къ отпиленному куску бревна и ударами загоняютъ лезвія его въ дерево, причемъ на кускѣ обозначаются начальныя направленія граней.

При первыхъ опытахъ устройства торцовой мостовой, основаніе ея устраивалось изъ крѣпко уплотненнаго слоя гравія или щебня, покрытаго сверху слоемъ песка, въ 2 — 3 дюйма толщиною. Такое основаніе давало неравномѣрную осадку, особенно при слабомъ грунтѣ полотна, и потому было замѣнено впоследствии досчатымъ настиломъ.

Въ первое время примѣненія торцовой мостовой пытались замѣнить шестигранную форму шашекъ восьмигранной, криволинейной и кубической, но попытки эти не имѣли успѣха. Восьмигранная форма шашекъ (фиг. 156) требуетъ дополнительныхъ четырехгранныхъ торцовъ *K*, которые вслѣдствіе меньшихъ размѣровъ изнашиваются скорѣе восьмигранныхъ и ускоряютъ разстройство мостовой; при криволинейной формѣ шашекъ (фиг. 157) изготовленіе и притеска торцовъ гораздо труднѣе, чѣмъ при призматической; при кубической же формѣ на изготовленіе шашекъ идетъ больше матеріала, чѣмъ при шестигранной.

Эта мостовая недолговѣчна: въ Петербургѣ она держится на улицахъ съ сильнымъ проѣздомъ не болѣе 2 лѣтъ, а на улицахъ съ движеніемъ средней силы — не болѣе 3 — 4 лѣтъ; притомъ она дѣлается неровною на первыхъ улицахъ черезъ годъ послѣ устройства, а на вторыхъ — черезъ два года. Вслѣдствіе этого перемещение улицъ, покрытыхъ такой мостовой, приходится производить очень часто, что вызываетъ большіе расходы и затрудненія уличнаго движенія. Однако, несмотря на этотъ недостатокъ, мостовая описаннаго устройства все болѣе и болѣе распространяется на улицахъ

Петербурга, и въ настоящее время ею покрыта уже значительная часть главныхъ и центральныхъ улицъ города.

Въ Петербургѣ стоимость устройства такой мостовой, съ досчатымъ настиломъ, составляетъ въ настоящее время 16 р. 80 к. за кв. сажень, стоимость передѣлки ея, съ досчатымъ настиломъ—13 р. 66 к., безъ настила—9 р. 64 к. за кв. сажень. Для замощенія квадратной сажени улицы потребно 100 торцовъ изъ шестивершковыхъ бревень; на осмолку кв. сажени выходитъ $\frac{2}{5}$ пуда смолы, а на обсыпку того же пространства пескомъ $\frac{1}{400}$ куб. сажени песка.

62. Торцовая мостовая въ Англіи. Въ Англіи опыты устройства деревянной мостовой начались съ 1825 года, но долгое время ограничивались незначительными размѣрами и не имѣли успѣха. Постепенное видоизмѣненіе торцовой мостовой при этихъ опытахъ можно прослѣдить по цѣлому ряду привиллегій, взятыхъ на различныя конструкціи ея. Въ теченіе многихъ лѣтъ разными предпринимателями перепробованы были всевозможныя, прямыя, кривыя, косоугольныя и зубчатыя формы шашекъ, но ни одна изъ придуманныхъ конструкцій мостовой не удержалась въ практикѣ до настоящаго времени.

Первые предприниматели составляли мостовую изъ торцовъ, подержанныхъ чугунными коробками; потомъ, когда способъ устройства торцовой мостовой, предложенный Гурьевымъ, по описаніямъ путешественниковъ сталъ извѣстнымъ въ Англіи, началось подражаніе этому способу.

Въ 1839 году *Робертомъ Карей (Robert Carey)* взята была привиллегія на устройство деревянной мостовой изъ шашекъ (фиг. 158), имѣвшихъ форму двухъ сложенныхъ основаніями четырехгранныхъ усѣченныхъ пирамидъ. Эти шашки были двоякаго рода: однѣ имѣли уширеніе по срединѣ высоты, а другія—сверху и снизу, такъ что при стилкѣ мостовой шашки входили одна въ другую, взаимно подпираясь и удерживаясь на мѣстѣ. Съ того времени большая часть послѣдующихъ изобрѣтеній была основана на ложной идеѣ, что для прочности мостовой весьма существенно, чтобъ торцы были крѣпко соединены между собою врубками; средства и формы, предлагавшіяся для достиженія этого бесполезнаго свойства, были очень разнообразны и многочисленны.

Въ 1842 году *Осборнъ Рейнольдсъ (Osborne Reynolds)* ввелъ въ употребленіе деревянныя шашки, имѣвшія ту форму прямыхъ параллелепипедовъ, которая считается въ настоящее время наивыгоднѣйшею. Дальнѣйшія улучшенія въ устройствѣ мостовой были сдѣланы въ 1871 году *Компаніей усовершенствованной деревянной мостовой*; затѣмъ очень существенное усовершенствованіе мостовой относится къ 1874 году, когда введено было употребленіе бетона на основаніе.

Изъ старыхъ, теперь оставленныхъ, конструкцій торцовой мостовой укажемъ здѣсь лишь на мостовую *Копланда (Copland)*. Мостовая Копланда (фиг. 159) устраивалась изъ шашекъ, имѣвшихъ форму прямыхъ параллелепипедовъ; эти шашки располагались поперечными рядами на тонкомъ слоѣ асфальта, который поддерживался слоемъ бетона, въ 12 дюймовъ толщиною. Шашки сосѣднихъ рядовъ соединялись между собою деревянными нагелями; нижняя часть швовъ между торцами заполнялась битумомъ, а верхняя пескомъ.

Въ новѣйшее время въ англійскихъ городахъ вошла въ употребленіе болѣе простая конструкція торцовой мостовой, неимѣющая неудобствъ прежнихъ способовъ устройства. Торцовая мостовая тамъ примѣнена въ крупныхъ размѣрахъ, преимущественно на тѣхъ улицахъ, гдѣ преобладаетъ сильный проѣздъ въ легкихъ экипажахъ и желательно устраненіе шума отъ проѣзда.

Параллелепипедныя шашки вырѣзываются изъ простого или пропитаннаго креозотомъ лѣса; ширина ихъ—отъ 3 до 4 дюймовъ, высота—отъ 6 до 7 дюймовъ и длина—отъ 8 до 12 дюймовъ. Матеріаломъ для шашекъ служитъ чаще всего *красная шведская ель*; она слабѣе другихъ породъ дерева, но обладаетъ весьма важнымъ для дорожной одежды качествомъ,—*однородностью*. Часто шашки изготовляются изъ обыкновенной ели или изъ сосны.

Въ послѣднее время начинаютъ входить въ употребленіе и имѣютъ успѣхъ американскія и австралійскія породы дерева. Привозимыя изъ Америки *разновидности сосны*, *pinus rigida* и *pinus ponderosa*, представляютъ вслѣдствіе обильнаго содержанія смолы и значительной крѣпости очень хорошія матеріалы для мостовой. Доставляемый изъ Австраліи *эвкалиптусъ* отличается очень большою крѣпостью и плотностью, долговѣченъ, держится въ мостовой отлично и изнашивается при этомъ весьма мало (въ 5 разъ меньше ели), но дѣлается

отъ проѣзда очень гладкимъ и скользкимъ для лошадей. Широкому распространенію американскихъ и австралійскихъ породъ дерева въ Англіи и вообще въ Европѣ мѣшаетъ весьма высокая цѣна ихъ, обусловливаемая большою дальностью перевозки.

Шашки располагаются въ большинствѣ случаевъ рядами, нормальными къ оси улицы; иногда ряды шашекъ помѣщаются наклонно къ оси улицы подъ угломъ въ 45° . Швы между отдѣльными торцами въ ряду и между рядами торцовъ заполняются либо толемъ, либо асфальтовой смолой, либо цементнымъ растворомъ; въ первомъ случаѣ имъ даютъ толщину въ $\frac{1}{8}$ дюйма, во второмъ—отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{2}{5}$ дюйма, въ третьемъ—отъ $\frac{2}{5}$ до $\frac{1}{2}$ дюйма. Нерѣдко также нижняя часть швовъ заливается асфальтовой мастикой, а верхняя—цементнымъ растворомъ, но употреблявшаяся раньше закладка швовъ деревянными пластинками совершенно оставлена. Вообще для завершенія швовъ берутъ такой матеріалъ, который былъ бы пластиченъ и вмѣстѣ съ тѣмъ непроницаемъ для воды, чтобы задѣлка швовъ допускала разбуханіе торцовъ безъ выпучиванія мостовой, но препятствовала прониканію дождевой воды подъ торцы. Изъ указанныхъ способовъ завершенія швовъ ни одинъ не показалъ существенныхъ преимуществъ передъ другими.

Основаніе торцовой мостовой устраивается изъ бетона, разстилаемого слоемъ по полотну дороги; поверхность бетоннаго слоя выравнивается тонкой цементной смазкой или тонкимъ слоемъ песка. Образуя твердое основаніе для мостовой, бетонный слой исполняетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и другое назначеніе: онъ мѣшаетъ грунтовой водѣ подниматься вверхъ. Отъ этого свойства бетоннаго основанія существенно зависитъ долговѣчность торцовой мостовой, въ особенности, если пропитываніемъ дерева и заполненіемъ швовъ мостовая защищена и отъ прониканія воды сверху.

Въ 1878 году на Оксфордской улицѣ въ Лондонѣ была устроена торцовая мостовая, изображенная въ поперечномъ и продольномъ разрѣзахъ на фигурѣ 160. Стыковые швы между отдѣльными торцами въ каждомъ ряду—ничтожной толщины, ничѣмъ не заполнены и расположены въ перевязку; поперечные швы между рядами торцовъ сдѣланы толщиной около $\frac{1}{2}$ дюйма и заполнены цементнымъ растворомъ; бетонное основаніе толщиной въ 8 дюймовъ покрыто смазкой изъ цементнаго раствора, толщиной въ 2 дюйма. Торцо-

вая мостовая, устроенная въ томъ же году въ Бирмингамѣ, представлена на фиг. 161; въ ней стыковые и поперечные швы заполнены гидравлическимъ растворомъ, а бетонное основаніе покрыто слоемъ песка, толщиною въ 2 дюйма. Эта мостовая была устроена взазмѣнъ торцовой же мостовой на основаніи изъ двойного досчатого настила, которая худо держалась.

63. Торцовая мостовая въ Америкѣ. Въ Сѣверной Америкѣ первые опыты устройства торцовой мостовой были сдѣланы немного позже, чѣмъ въ Англіи. Тамъ, подобно тому, какъ и въ Россіи, мѣстныя условія для устройства такой мостовой очень благоприятны: лѣсной матеріалъ имѣется въ изобиліи и отличается хорошими качествами.

Въ Америкѣ совершенно такъ же, какъ и въ Англіи, сначала мощеніе торцами не давало хорошихъ результатовъ, и лишь впоследствии, когда мало-по-малу выяснились опытнымъ путемъ недостатки и неудобства отдѣльныхъ способовъ устройства и найдены были средства устранять ихъ примѣненіемъ болѣе цѣлесообразныхъ конструкцій, дѣло пошло лучше. Теперь деревянная мостовая получила тамъ широкое распространеніе, ею замощены цѣлыя части городовъ и даже нѣрѣдко цѣлые города, какъ напримѣръ Чикаго.

На фигурахъ 162, 163 и 164 изображены три конструкціи деревянной мостовой, примѣненныя въ Америкѣ. Въ первой и второй конструкціяхъ шашки укладываются на слой песка, въ 6 дюймовъ толщиною, тщательно укатанный и выровненный по шаблону. Въ первой конструкціи скрѣпленіе шашекъ дѣлается посредствомъ дощечекъ, въ 1 дюймъ толщины и одинаковой съ торцами высоты; во второй конструкціи соединеніе шашекъ достигается при помощи самой формы ихъ. Шашки въ этихъ конструкціяхъ передъ стилкой погружаются на нѣкоторое время въ сильно нагрѣтую смолу и располагаются рядами, нормально къ оси улицы и въ перевязку, а швы между торцами заливаются каменноугольной смолою, смѣшанной съ мелкимъ хрящомъ.

Въ третьей конструкціи шашки располагаются на досчатомъ настилѣ, и ряды ихъ отдѣляются одинъ отъ другого деревянными планками, изогнутыми по выпуклости поперечнаго профиля улицы и прикрѣпленными къ торцамъ гвоздями. Планки занимаютъ только

нижнюю часть швовъ, верхняя же часть послѣднихъ заливается смолою съ примѣсью мелкаго хряща.

Въ Чикаго недавно практиковалось слѣдующее устройство торцовой мостовой. На тщательно уплотненное земляное полотно насыпается двухдюймовый слой песка или хряща; этотъ слой утрамбовывается и покрывается поломъ изъ двухдюймовыхъ еловыхъ досокъ, настланныхъ вдоль улицы и поддержанныхъ по концамъ и срединѣ другими, поперечными, досками; всѣ эти доски осмаливаются съ обѣихъ сторонъ. Шашки цилиндрической формы, діаметромъ отъ 6 до 8 дюймовъ и высотой 6 дюймовъ, изготовленныя изъ *кедровыхъ* бревенъ посредствомъ простой распилки, укладываются возможно плотнѣе на досчатомъ настилѣ, а промежутки между шашками плотно заполняются мелкимъ хрящомъ. Затѣмъ, мостовую утрамбовываютъ, прибавляютъ въ промежутки мелкаго хряща и заливаютъ ихъ расплавленной асфальтовой смолой.

Въ С.-Полѣ на верхней части Миссиссипи въ 1893 году торцовая мостовая была устроена слѣдующимъ образомъ. На поверхность земли настиляется слой бетона изъ 1 части цемента, 3 частей песка и 5 частей щебня, толщиной 6 дюймовъ; поверхность бетоннаго слоя выравнивается цементной смазкой толщиной въ 1 дюймъ. На этотъ бетонный слой, служащій основаніемъ, укладываются цилиндрическія шашки изъ бѣлаго кедра, высотой 6 дюймовъ. Промежутки между шашками плотно заполняются мелкимъ хрящомъ и затѣмъ заливаются расплавленнымъ битумомъ.

64. Устройство торцовой мостовой лондонскаго типа. Въ настоящее время въ Лондонѣ и въ Парижѣ торцовая мостовая считается наилучшимъ видомъ дорожной одежды для центральныхъ улицъ. На основаніи многочисленныхъ опытовъ тамъ твердо установилось мнѣніе, что изъ числа различныхъ способовъ устройства торцовой мостовой самымъ выгоднымъ въ экономическомъ отношеніи и самымъ удобнымъ для проѣзда представляется способъ, выработанный въ послѣднее время въ Лондонѣ.

Для устройства торцовой мостовой *новѣйшаго лондонскаго типа* на земляное полотно (фиг. 165) настиляется слой бетона, толщиной отъ 6 до 8 дюймовъ, составленнаго изъ 1 части портландскаго цемента и 7 частей смѣси изъ $\frac{1}{3}$ песка и $\frac{2}{3}$ хряща. Бетонъ изго-

товляютъ у самаго мѣста работъ, на переносныхъ досчатыхъ платформахъ, небольшими количествами заразы, растилаютъ слоємъ по полотну въ мягкомъ состояніи и разравниваютъ. Затѣмъ, по истеченіи одного или двухъ дней, поверхность бетоннаго слоя покрывается смазкой изъ цементнаго раствора, которую старательно выравниваютъ по заданному профилю улицы. Съ этою цѣлью принятый профиль обозначается забитыми на нѣкоторомъ разстояніи одинъ отъ другого кольями, къ которымъ прибиваютъ гибкія дощечки, служащія правилками; передвигая линейку по двумъ послѣдовательнымъ правилкамъ, выравниваютъ поверхность раствора точно по профилю. Черезъ 4 или 5 дней послѣ устройства основанія, когда бетонъ успѣетъ окрѣпнуть, на немъ укладываютъ шашки.

Шашки имѣютъ форму равныхъ прямыхъ параллелепипедовъ, или брусковъ, размѣромъ $3 \times 6 \times 9$ дюймовъ, и изготовляются изъ *красной шведской ели*. Для изготовленія шашекъ, изъ бревенъ свѣже срубленныхъ и высшаго достоинства выпиливаются доски, толщиной въ 3 дюйма и шириною въ 9 дюймовъ; изъ полученныхъ досокъ отбираютъ самыя лучшія, для чего, при приѣмкѣ досокъ, сначала бракуютъ всѣ штуки, имѣющія гниль, трещины и другіе пороки, затѣмъ вторично осматриваютъ и сортируютъ годный матеріалъ; принятые доски распиливаютъ на бруски, высотой въ 6 дюймовъ, пересматриваютъ бруски и исключаютъ изъ числа ихъ всѣ шашки съ сучьями. Шашки пропитываются креозотомъ или обмакиваются въ смѣсь смолы съ креозотомъ, или же оставляются въ естественномъ видѣ.

Шашки укладываютъ на бетонное основаніе рядами, нормальными къ оси улицы, и поперечнымъ швамъ мостовой, то есть швамъ между рядами шашекъ, придаютъ однообразную толщину въ 0,4 дюйма; выравниваніе поперечныхъ швовъ дѣлается посредствомъ планокъ А (фиг. 166), помѣщаемыхъ временно между рядами. По укладкѣ всѣхъ шашекъ надлежащимъ образомъ, вынимаютъ планки изъ поперечныхъ швовъ и наливаютъ на поверхность мостовой нѣкоторое количество расплавленного битума, стекающаго немедленно въ швы и заполняющаго ихъ на высоту около 1,5 дюйма (фиг. 165); отвердѣвая въ швахъ, битумъ закрѣпляетъ торцы въ приданномъ имъ положеніи и сплавиваетъ ихъ въ одну непроницаемую кору. Остальную, верхнюю часть поперечныхъ швовъ заполняютъ жидкимъ цемент-

нымъ растворомъ, для чего приготовленный растворъ наливаютъ на поверхность мостовой и запускаютъ его въ швы помощью метель.

Продольные швы, стыковые между отдѣльными торцами въ ряду, располагаютъ въ перевязку и дѣлаютъ ихъ возможно тоньше, обыкновенно не толще $\frac{2}{10}$ дюйма. Для доставленія же торцамъ возможности раздаваться въ стороны, при разбуханіи отъ воды, окаймляютъ мостовую двумя или тремя рядами шашекъ *B* (фиг. 165), уложенныхъ длиною по направленію оси улицы, швамъ между этими рядами даютъ толщину отъ 1 до 1,5 дюйма и заполняютъ ихъ пескомъ или глиною.

Окончивъ мощеніе, посыпаютъ мостовую мелкимъ угловатымъ гравіемъ, который подъ давленіемъ колесъ проѣзжающихъ экипажей вдавливается въ торцы, укрѣпляетъ этимъ поверхность мостовой и дѣлаетъ ее несколькою. Такъ какъ гравій отъ дѣйствія проѣзда размельчается и въ видѣ пыли убирается при очисткѣ мостовой, то посыпку гравіемъ приходится возобновлять по мѣрѣ необходимости, нѣсколько разъ въ теченіе года.

Въ Лондонѣ и Парижѣ мостовую описаннаго выше устройства покрыты почти всѣ главныя и большія центральныя улицы; она держится тамъ очень хорошо и съ каждымъ годомъ захватываетъ все больше пространства. Въ 1891 году общая площадь торцовой мостовой составляла: въ Лондонѣ—394.000 кв. сажень, въ Парижѣ—126.000 кв. сажень.

Въ настоящее время въ описанную конструкцію нерѣдко вводятся нѣкоторыя измѣненія, заключающіяся главнымъ образомъ въ слѣдующемъ: 1) шашки мостовой изготовляются не изъ слабой и однородной шведской ели, а изъ твердаго и крѣпкаго австралійскаго эвкалиптуса или изъ плотной и обильной смолою американской сосны; 2) швы между рядами шашекъ дѣлаются тоньше 0,4 дюйма, доводятся до толщины въ 0,2 дюйма и заполняются цементнымъ растворомъ на всю высоту; и 3) ряды шашекъ располагаются не нормально къ оси улицы, а подъ угломъ въ 45°.

Въ Петербургѣ опыты устройства торцовой мостовой лондонскаго типа приводили до сихъ поръ къ сомнительнымъ или къ неблагоприятнымъ результатамъ. По всей вѣроятности, причины неудачъ этихъ опытовъ заключаются: въ дурныхъ качествахъ лѣсного матеріала для шашекъ, въ недостаточной строгости приѣмки шашекъ,

въ пренебреженіи сортировкой ихъ, въ неакуратности устройства мостовой, въ принятомъ у насъ способѣковки лошадей подковами съ острыми шипами и въ неблагоприятныхъ особенностяхъ климата.

Въ Варшавѣ торцовая мостовая лондонскаго типа примѣняется въ послѣдніе годы съ большимъ успѣхомъ къ покрытію центральныхъ улицъ города. Шашки общепринятыхъ размѣровъ изготовляются изъ *волинской сосны*, пропитанной растворомъ мѣднаго купороса. Поперечнымъ швамъ мостовой придается толщина въ 0,2 дюйма, и они заполняются растворомъ изъ 1 части портландъ-цемента и 2 частей песка. Основаніе мостовой устраивается изъ слоя бетона въ 8 дюймовъ толщины, покрытаго смазкой изъ цементнаго раствора; бетонъ составляется изъ 1 части цемента, 3 частей песка и 4 частей хряща. Песокъ и хрящъ добываются изъ русла р. Вислы, портландъ-цементъ доставляется заводомъ Высока. Стоимость квадратной сажени этой мостовой—27 р.; въ томъ числѣ шашки стоятъ 10 р., матеріалы для бетоннаго основанія—10 р. и работа—7 р. Недавно приступлено къ опытамъ устройства торцовой мостовой изъ австралійскаго эвкалиптуса.

65. Свойства торцовой мостовой. Торцовая мостовая обладаетъ достоинствами, весьма важными для большихъ городовъ: 1) она дѣлаетъ мало замѣтными сотрясенія отъ проѣзда и заглушаетъ уличный шумъ; 2) при изнашиваніи она не даетъ грязи и загрязняется только соромъ, наносимымъ со стороны; 3) очистка ея легче и дешевле очистки каменной мостовой и особенно щебеночной одежды, а водостоки при ней не заносятся массой песка; и 4) она представляетъ малое сопротивленіе движенію.

Къ недостаткамъ торцовой мостовой обыкновенно относятъ слѣдующія ея особенности: а) напityваясь водою, загрязненною органическими веществами, торцовая мостовая производитъ въслѣдствіи зловонныя и нездоровыя испаренія; б) пыль, образуемая при истираніи ея, состоитъ изъ мелкихъ иголокъ, легко поднимающихся вѣтромъ и вредно дѣйствующихъ на слизистую оболочку глазъ и горла; в) гладкая поверхность этой мостовой дѣлается скользкою при смачиваніи водою и особенно при гололедицѣ; и г) въ случаѣ пожаровъ, она можетъ загорѣться и способствовать распространенію огня, чему бывали примѣры въ Америкѣ, гдѣ на улицахъ нѣкото-

рыхъ городовъ не только проѣзжая часть, но и тротуары покрыты деревомъ.

Однако, при практикуемыхъ теперь способахъ устройства торцовой мостовой и въ обыкновенныхъ случаяхъ ея примѣненія, перечисленные особенности не приносятъ существеннаго вреда. Нанп- тываніе мостовой органическими веществами отстраняется, въ новѣй- шемъ способѣ устройства ея, пропитываніемъ торцовъ креозотомъ, или погруженіемъ ихъ на нѣкоторое время въ нагрѣтую смѣсь смолы съ креозотомъ, и заливкой швовъ битумомъ или цементомъ. Вред- ное дѣйствіе древесной пыли совершенно уничтожается тщательной очисткой и частой поливкой улицъ въ жаркое лѣтнее время. Скольз- кость поверхности деревянной мостовой легко устранить посыпкой ея по временамъ мелкимъ гравіемъ, вдавливающимся въ дерево и сообщающимъ ему достаточную шероховатость. Горючесть матеріала мостовой едва ли можетъ представлять какую-либо опасность въ слу- чаѣ пожаровъ, при обильной поливкѣ главныхъ городскихъ улицъ и при широкихъ средствахъ тушенія пожаровъ въ большихъ городахъ.

Единственный существенный и важный недостатокъ торцовой мостовой—ея недолговѣчность, вызывающая необходимость частыхъ полныхъ возобновленій мостовой, не только дорогихъ, но и крайне стѣснительныхъ для движенія. Выше было уже упомянуто, что мо- стовую Гурьева, изъ шестигранныхъ сосновыхъ торцовъ, приходится возобновлять черезъ промежутки времени не болѣе 2—4 лѣтъ. Тор- цовая мостовая лондонскаго типа держится гораздо лучше, но все- же не такъ долго, какъ хорошая каменная брусчатая мостовая.

Замѣчено, что на улицахъ съ весьма сильнымъ движеніемъ тор- цовая мостовая лондонскаго типа, при шашкахъ изъ красной швед- ской ели, изнашивается ежегодно на толщину отъ 0,4 до 0,8 дюйма и что мостовую приходится мѣнять при потерѣ ею отъ 2 до 3 дюй- мовъ толщины. Сообразно съ этимъ, продолжительность службы этой мостовой на весьма оживленныхъ улицахъ достигаетъ до че- тырехъ или пяти лѣтъ; на улицахъ же со средней дѣятельностью проѣзда она держится отъ семи до десяти лѣтъ.

Вслѣдствіе гладкой поверхности, торцовой мостовой можно да- вать незначительную выпуклость; обыкновенно ей придаютъ выпук- лость около $\frac{1}{60}$ — $\frac{1}{80}$. Ею можно покрывать продольные уклоны почти такой же величины, какъ и каменною брусчатою мостовою.

По мощенной деревомъ улицѣ у Ludgate Hill въ Лондонѣ, при уклонѣ 0,04, проѣздъ совершается безъ всякаго затрудненія. Въ Бирмингамѣ торцовая мостовая на улицѣ Great Charles Street имѣетъ на короткомъ участкѣ уклонъ въ 0,08.

д) Чугунная мостовая.

66. Общее устройство, свойства и нѣкоторые типы чугунной мостовой. Чугунная мостовая обыкновенно устраивается изъ чугунныхъ плитъ или чугунныхъ шашекъ, расположенныхъ на основаніи изъ слоя щебня, хряща или бетона. Слой щебня или хряща, служащій основаніемъ мостовой, выравнивается сверху сообразно съ поперечнымъ профилемъ дороги и укатывается шоссейнымъ каткомъ; основаніе изъ бетона устраивается совершенно такъ же, какъ и для каменной мостовой. Чугунныя части укладываются на поверхность основанія и соединяются между собою закраинами и выступами; если онѣ имѣютъ видъ плитъ, то ихъ кладутъ непрерывными рядами поперекъ оси дороги, съ перевязкой швовъ; если же имъ дается форма шашекъ, то ихъ располагаютъ подобно шестиграннымъ торцамъ деревянной мостовой. Промежутки и впадины въ чугунныхъ частяхъ мостовой заполняются хрящомъ.

Чугунная мостовая встрѣчается гораздо рѣже другихъ видовъ дорожной одежды; примѣненіе ея ограничивается отдѣльными небольшими участками улицъ, рѣдко цѣлыми улицами въ городахъ, и имѣетъ значеніе скорѣе опытовъ, чѣмъ принятаго способа мощенія. Удобства чугунной мостовой заключаются въ долговѣчности ея, обусловливаемой свойствами матеріала, и въ безопасности для проѣзда, зависящей отъ шероховатаго вида поверхности мостовой; къ недостаткамъ же этой мостовой слѣдуетъ отнести особыя, весьма непріятныя сотрясенія при проѣздѣ, довольно сильный шумъ отъ движенія и нездоровыя испаренія, происходящія отъ скопленія въ мостовой органическихъ веществъ уличной грязи.

Мостовая Уайнса (фиг. 167) была испытана сначала въ Нью-Йоркѣ, а затѣмъ на Архангелогородскомъ шоссе въ С.-Петербургѣ. Она состояла изъ чугунныхъ квадратныхъ плитъ въ 42 дюйма въ сторонѣ, отлитыхъ толщиною въ 1 дюймъ и имѣвшихъ на поверхности выступы около 2 дюймовъ высотой. Выступы шли въ

шахматномъ порядкѣ и отдѣлялись одинъ отъ другого впадинами, около 1 дюйма шириною. Плиты были расположены на слоѣ песка въ 12 дюймовъ толщиною и соединялись закраинами. Впадины плитъ были заполнены щебнемъ, а поверхность мостовой засыпана пескомъ. Опытный участокъ мостовой въ С.-Петербургѣ прослужилъ 10 лѣтъ безъ исправленій и затѣмъ разобранъ при перестройкѣ шоссе, причемъ плиты оказались не только неповрежденными, но даже сохранившими совершенно гладкую поверхность.

Ячеистая мостовая (фиг. 168 и 169) была испытана въ широкихъ размѣрахъ, на нѣсколькихъ улицахъ, въ Варшавѣ. Теперь эта мостовая осталась тамъ лишь на полотнѣ Александровскаго моста черезъ р. Вислу, на улицахъ же она замѣнена частью торцовой мостовой, частью брусчатой каменной. На улицахъ эта мостовая была устроена изъ ячеистыхъ чугуныхъ плитъ, расположенныхъ на плотно укатанномъ хрящевомъ основаніи и соединенныхъ взаимно помощью зубцовъ; ячеи плитъ были заполнены хрящомъ, а поверхность мостовой посыпалась крупнымъ пескомъ. На фигурѣ 168 изображена въ планѣ и въ двухъ разрѣзахъ часть плиты и показано устройство основанія; на фигурѣ 169 представлено расположеніе плитъ въ мостовой.

Мостовая Кнаппа устраивается изъ чугунныхъ полыхъ бездонныхъ шашекъ (фиг. 170), раздѣленныхъ перегородками на части, размѣромъ меньшія копыта лошади. Шашки укладываются (фиг. 171) на основаніе изъ слоя бетона и соединяются между собою выступами и впадинами, а промежутки между шашками и внутреннія пустоты ихъ засыпаются щебнемъ; послѣдній насыпается также сверхъ мостовой и укатывается каткомъ. Поверхность этой мостовой по виду похожа на поверхность щебеночной одежды, но не изнашивается замѣтно даже при самомъ сильномъ проѣздѣ. Мостовая эта была призмѣнена въ Нью-Йоркѣ, Бостонѣ и Лондонѣ; въ Петербургѣ еще недавно ею замощены были части Милліонной улицы и Дворцовой набережной у Мраморнаго дворца.

Улучшеніе грунтовыхъ дорогъ.

67. Состояніе обыкновенныхъ дорогъ въ Россіи. До настоящаго времени лишь незначительная часть нашихъ обыкновенныхъ дорогъ получила надлежащее устройство и содержится болѣе или менѣе правильно. Общее протяженіе шоссе и мостовыхъ въ Европейской Россіи, во владѣніи казны, земствъ, городовъ, мѣстныхъ учреждений и обществъ, не превосходитъ теперь 28.000 верстъ; всѣ же остальные наши дороги, протяженіемъ въ нѣсколько сотъ тысячъ верстъ, находятся въ состояніи неустроенныхъ или малоустроенныхъ *грунтовыхъ дорогъ*.

Эти дороги пролегаютъ обыкновенно широкой полосой по самой поверхности земли, съ случайными изгибами и уклонами, безъ твердой одежды, часто безъ боковыхъ канавъ и нерѣдко безъ мостовъ черезъ рѣчки и ручьи; за небольшими исключеніями, онѣ могутъ служить для проѣзда лишь въ сухое лѣтнее время и съ перерывами зимою. Весною, осенью и лѣтомъ, во время продолжительныхъ дождей, эти дороги скоро разрыхляются и покрываются массой колеи и выбоинъ, вслѣдствіе чего сообщеніе по нимъ дѣлается крайне затруднительнымъ или совершенно невозможнымъ; зимою движеніе по санному пути по временамъ прекращается снѣжными заносами и становится весьма неудобнымъ при продолжительныхъ оттепеляхъ.

Перевозка грузовъ по такимъ дорогамъ подвергается множеству случайностей, въ зависимости отъ состоянія погоды, и при возможности движенія на колесахъ обходится отъ $\frac{1}{5}$ до $\frac{2}{5}$ копѣйки съ пуда и версты, отъ 2 до 4 разъ дороже перевозки по шоссе.

Трудно выразить всѣ невыгоды и потери для края отъ такого состоянія дорогъ. Достаточно указать на то, что, пользуясь дурными

дорогами, населеніе теряетъ на борьбу съ препятствіями при сообщеніи по нимъ массу труда, который могъ бы въ замѣтной мѣрѣ увеличить благосостояніе населенія, еслибъ былъ приложенъ другимъ, болѣе производительнымъ образомъ. Дѣлая перевозку дорогою и поглощая безъ пользы много времени и работы, дурное состояніе дорогъ служить препятствіемъ къ развитію всѣхъ видовъ промышленности. Для рельсовыхъ путей такое состояніе обыкновенныхъ дорогъ также крайне не выгодно: служа для подвоза грузовъ къ рельсовымъ путямъ, неблагоустроенныя дороги ограничиваютъ районъ дѣйствія этихъ путей, доставляютъ имъ грузы въ недостаточномъ количествѣ и весьма неравномѣрно.

68. Мѣры для улучшенія грунтовыхъ дорогъ. Неудовлетворительное состояніе грунтовыхъ дорогъ происходитъ отъ трехъ причинъ: во-первыхъ, отъ отсутствія на нихъ укрѣпленія проѣзжей части, во-вторыхъ, отъ неправильнаго общаго устройства этихъ дорогъ и, въ-третьихъ, отъ безпорядочнаго содержанія ихъ.

Первая причина не можетъ быть устранена въ надлежащей степени, вслѣдствіе особенныхъ мѣстныхъ условій края. Простѣйшіе виды дорожной одежды, щебеночная одежда и грубая каменная мостовая, стоятъ дорого, такъ что шоссированіе или мощеніе грунтовыхъ дорогъ, при огромномъ протяженіи ихъ и слабой населенности Россіи, является положительно непосильнымъ бременемъ для населенія. Примѣненіе подобной мѣры тѣмъ болѣе неисполнимо, что большая часть грунтовыхъ дорогъ проходитъ по мѣстностямъ, бѣдно надѣленнымъ естественными каменными матеріалами или даже совершенно лишеннымъ этихъ матеріаловъ. При такихъ мѣстныхъ условіяхъ приходится прибѣгать къ другимъ способамъ укрѣпленія поверхности дорогъ, пользуясь имѣющимися въ распоряженіи матеріалами. Эти способы, указываемые въ слѣдующемъ параграфѣ, хотя и не устраняютъ совершенно первой причины неудовлетворительности дорогъ, но все-же въ значительной мѣрѣ улучшаютъ состояніе ихъ.

Неправильности въ общемъ устройствѣ грунтовыхъ дорогъ можно устранить безъ особыхъ затрудненій и безъ большихъ затратъ тѣми способами, которые указаны во II и III отдѣлахъ этой книги и одинаковы для всѣхъ обыкновенныхъ дорогъ. Для улучшенія грунто-

выхъ дорогъ въ этомъ отношеніи необходимо прокопать по сторонамъ ихъ боковыя канавы, съ отводомъ воды изъ нихъ къ ложбинамъ и оврагамъ, и выправить дорожное полотно такъ, чтобы оно не имѣло ни напрасныхъ извилинъ, ни очень крутыхъ уклоновъ, было достаточно возвышено въ сырыхъ мѣстахъ и имѣло надлежащую ширину. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что грунтовымъ дорогамъ полезно давать ширину, большую опредѣляемой условіемъ свободного разѣзда экипажей, чтобы, при порчѣ непокрытаго твердой одеждой полотна на одной полосѣ проѣзда, движеніе могло направляться по другой полосѣ.

Существующія грунтовые дороги имѣютъ весьма разнообразную ширину; нерѣдко ширина ихъ достигаетъ до 30 сажень. Такая ширина собственно для проѣзда представляется излишнею, и потому при улучшеніи дорогъ, чтобы облегчить содержаніе ихъ въ исправности, ширину проѣзжей полосы уменьшаютъ, не доводя однако ее до того предѣла, который считается достаточнымъ для дорогъ, покрытыхъ твердою одеждою.

Для приведенія въ порядокъ содержанія грунтовыхъ дорогъ необходимо установленіе постоянного надзора за дорогами и производства по временамъ, но довольно часто, работъ для поддержанія приданнаго дорогамъ общаго устройства и для исправленія поверхности ихъ; послѣднее достигается тѣми же средствами, какъ и первоначальное укрѣпленіе дорожнаго полотна. Содержаніе зимняго пути на грунтовыхъ дорогахъ производится тѣмъ же способомъ, какъ и на шоссе, и будетъ описано особо, въ отдѣлѣ о ремонтѣ дорогъ.

69. Укрѣпленіе поверхности грунтовыхъ дорогъ. Въ случаяхъ недостатка средствъ на устройство щебеночной одежды или каменной мостовой, укрѣпленіе поверхности дорогъ ограничивается употребленіемъ матеріаловъ, имѣющихся вблизи дорогъ и добываемыхъ легко. Употребленіе того или другого матеріала обуславливается родомъ грунта дорожнаго полотна.

Если дорога проходит по *чисто-песчаному грунту*, то поверхность ея никогда не бываетъ ни грязною, ни ямистою. Проѣздъ по песчаному полотну покоенъ, но встрѣчаетъ большое затрудненіе въ рыхлости песка: вслѣдствіе отсутствія связи между частицами, особенно въ сухое время, песокъ легко уступаетъ давленію колесъ и

копыть лошадей, такъ что бѣольшая часть силы тяги поглощается выдавливаніемъ грунта и треніемъ колесъ о песокъ.

Для укрѣпленія поверхности песчаного полотна принимаются мѣры, доставляющія частицамъ песка нѣкоторую связь или лишаящія слой песка подвижности. Иногда поверхность дороги покрываютъ слоемъ растительной земли или глины, въ 3 или 4 дюйма толщиною, и плотно уколачиваютъ этотъ слой трамбовками или укатываютъ его деревяннымъ каткомъ. Но мѣра эта обыкновенно приноситъ мало пользы даже при плотномъ пескѣ; при рыхломъ же, сыпучемъ пескѣ она нисколько не улучшаетъ дороги: тонкій слой земли или глины скоро смѣшивается съ пескомъ и тонетъ въ немъ безъ слѣда. Гораздо болѣе достигаетъ цѣли укрѣпленіе поверхности песчаного полотна *землянымъ бетономъ и верескомъ*.

Земляной бетонъ составляется изъ двухъ частей гравія или хряща и изъ одной части растительной земли. Смѣсь эту разсыпаютъ слоемъ, не менѣе 6 дюймовъ толщиною, по спланированной поверхности дороги, разравниваютъ слой и плотно утрамбовываютъ или укатываютъ его. Этотъ способъ примѣнимъ только въ случаяхъ, когда вблизи песчаной дороги имѣется въ достаточномъ количествѣ гравій и растительная земля, что бываетъ довольно рѣдко.

Чаще прибѣгаютъ къ укрѣпленію песчаной дороги верескомъ, растущимъ обыкновенно въ изобиліи въ мѣстностяхъ съ грунтомъ изъ чистаго песка. Стебель этого растенія очень твердъ, имѣетъ видъ тонкаго корня и достигаетъ длины 0,7 сажени. Верескъ весьма медленно сгниваетъ, оказываетъ большое сопротивленіе разрыву и тренію и потому очень пригоденъ для покрытія проѣзжей полосы песчаного полотна.

Укрѣпленіе поверхности дороги верескомъ производится слѣдующимъ образомъ: въ дорожномъ полотнѣ вырываютъ продольное корыто (фиг. 172), глубиною въ 8 дюймовъ и шириною около 2,5 сажень; на дно этого корыта настилаютъ на толщину около 5 дюймовъ пласть вереска, располагая стебли его поперекъ дороги; затѣмъ, пласть этотъ уминается ногами и засыпается на толщину въ 3 дюйма пескомъ, полученнымъ при прорытіи корыта, или еще лучше песчано-глинистымъ грунтомъ; наконецъ, проѣзжую полосу утрамбовываютъ или укатываютъ въ сырую погоду и открываютъ дорогу для проѣзда осенью, когда нѣтъ недостатка во влагѣ, способствующей

окончательному уплотненію настилки. Съ открытіемъ їзды, насыпанный сверху вереска слой грунта дѣлается тоньше, вслѣдствіе заполнения имъ промежутковъ между стеблями вереска, а вмѣстѣ съ тѣмъ и самый пластъ вереска осаживается; поэтому впослѣдствіи снова посыпаютъ проїзжую полосу песчано-глинистымъ грунтомъ. Такой способъ укрѣпленія поверхности песчаныхъ дорогъ употребляется съ успѣхомъ въ Лифляндіи. Въ случаѣ, если вереска вблизи дороги нѣтъ, вмѣсто него употребляютъ, хотя и съ меньшимъ успѣхомъ, *хвойныя лапки*, то есть молодыя вѣтки ели или сосны.

Если дорога проходить по *глинистому грунту*, то въ мокрое время полотно ея размягчается, такъ что въ немъ вязнуть колеса экипажей и ноги лошадей, а въ сухое время всѣ неровности, сдѣланныя въ размягченномъ полотнѣ, сильно затвердѣваютъ и лишь съ трудомъ сглаживаются подъ дѣйствіемъ проїзда. Вслѣдствіе сильнаго прилипанія глины къ вязнувшимъ въ ней колесамъ, проїздъ по глинистому полотну въ мокрое время почти невозможенъ; въ сухое же время движеніе по такому полотну съ сильно затвердѣвшими неровностями неудобно и весьма беспокоитъ.

Эти особенности глинистой дороги проявляются тѣмъ сильнѣе, чѣмъ чище глина, то есть чѣмъ меньше заключается въ ней песка. Соотвѣтственно съ этимъ, наиболѣе легкій, простой и распространенный способъ укрѣпленія поверхности такихъ дорогъ состоитъ въ насыпкѣ *песка* на дорожное полотно слоемъ около 6 дюймовъ. Песокъ смѣшивается отъ дѣйствія проїзда съ верхнимъ слоемъ глины и на нѣкоторое время уплотняетъ поверхность дорожного полотна, въ степени, достаточной для негрузнаго проїзда.

Этотъ способъ даетъ удовлетворительные результаты только при тощей глинѣ; если же полотно состоитъ изъ жирной глины, то насыпанный на него слой песка тонетъ въ размокшей глинѣ безъ слѣда. Цѣлесообразнѣе укрѣпленіе глинистой дороги *землянымъ бетономъ*, то есть смѣсью изъ 2 частей гравія, хряща или песка и 1 части растительной земли. Такой бетонъ рассыпаютъ по поверхности полотна слоемъ въ 6 дюймовъ и затѣмъ утрамбовываютъ или укатываютъ.

Примѣсъ растительной земли къ песку полезенъ въ томъ отношеніи, что она придаетъ ему нѣкоторую связь, но не образуетъ съ нимъ, подобно глинѣ, твердыхъ комьевъ; кромѣ того, наполняя про-

межутки между песчинками, растительная земля препятствует нѣсколько дождевой водѣ проникать до глины и удерживаетъ песокъ на поверхности полотна; наконецъ, отъ примѣси растительной земли поверхность дороги на частяхъ, свободныхъ отъ проѣзда, покрывается травой, укрѣпляющей своими корнями эти части до тѣхъ поръ, пока на нихъ не перейдетъ движеніе.

При очень жирной и вязкой глинѣ слой земляного бетона рассыпаютъ по поверхности дороги на особомъ, приготовленномъ напередъ основаніи (фиг. 173). Основаніе устраиваютъ изъ хвороста, который настиляется на полотно поперекъ дороги на толщину около 6 дюймовъ и покрывается съ плотною утрамбовкою тонкимъ слоемъ глины. Назначеніе этого основанія—препятствовать прониканію воды въ дорожное полотно и погруженію въ глину земляного бетона.

Если дорога проходить по *пльвучему грунту*, мергельному или известковому, то насыпка на дорожное полотно тонкаго слоя песка, хряща или земляного бетона оказывается недостаточной для укрѣпленія поверхности дороги. Насыпанный слой въ самое короткое время поглощается безслѣдно пльвучимъ грунтомъ, разжижающимся отъ дождевой воды на значительную глубину, вслѣдствіе чрезвычайно легкой растворимости. Для укрѣпленія дорожного полотна изъ такого грунта, покрываютъ его предварительно по всей ширинѣ проѣзжей полосы слоемъ какого-либо другого грунта, толщиною отъ 1 до 2 футъ, и поверхность насыпаннаго грунта улучшаютъ, сообразно съ его свойствами, однимъ изъ описанныхъ выше способовъ.

При проведеніи дороги по болоту, полотно ея устраиваютъ сообразно со свойствами болота, какъ указано въ параграфѣ 33. Насыпь, которою въ этомъ случаѣ проводится дорога, образуется обыкновенно изъ привознаго грунта, по всей высотѣ или только въ верхнихъ слояхъ. Поэтому для укрѣпленія поверхности такой дороги употребляются обыкновенно такіе же способы, какъ для укрѣпленія дорожного полотна изъ глины или песка. Въ рѣдкихъ случаяхъ, когда насыпь по болоту устраивается изъ *болотнаго грунта*, поверхность дороги укрѣпляютъ хворостяною стлкою (фиг. 149), или жердевымъ настиломъ (фиг. 150), устройство которыхъ описано въ параграфѣ 60.

VI.

Второстепенныя части дорогъ.

70. Трубы. Въ мѣстахъ пересѣченія дороги съ оврагами, ложбинами и небольшими ручьями представляется необходимость пропускать дождевую и ручейную воду подъ дорожнымъ полотномъ, съ одной стороны земляной насыпи на другую. Съ этою цѣлью въ такихъ мѣстахъ устраиваются искусственныя сооруженія, называемыя *трубами*.

Трубы обыкновенно имѣютъ видъ каналовъ съ осью, нормальною или слабо наклонною къ осевой вертикальной плоскости дороги. Измѣреніе трубы вдоль оси ея считается *длиною*; часть поперечнаго сѣченія трубы, служащая для свободнаго протока воды, называется *отверстіемъ* трубы. Форма отверстія опредѣляется родомъ матеріала, изъ котораго устраивается труба, и величиною отверстія; обыкновенно поперечное сѣченіе трубы имѣетъ видъ прямоугольника, круга или фигуры, составленной изъ прямоугольника снизу и сегмента сверху. Наибольшее горизонтальное измѣреніе отверстія называется *пролетомъ* трубы.

Для устройства трубъ пользуются различными строительными матеріалами; по роду этихъ матеріаловъ трубы бываютъ деревянныя, чугуныя, цементныя, штейнгутовыя, каменные и кирпичныя.

Деревянныя трубы устраиваются изъ бревенъ и пластинъ или накатинъ. Вслѣдствіе скорой порчи дерева отъ гніенія, деревянныя трубы представляются сооружениями недолговѣчными и требуютъ чрезъ каждыя 10—12 лѣтъ возобновленія, дорогого и стѣснительнаго для движенія по дорогѣ. Этотъ недостатокъ такъ важенъ, что въ Западной Европѣ почти совершенно отказались отъ устройства деревянныхъ трубъ на значительныхъ дорогахъ; тамъ ихъ можно найти только на маловажныхъ, лѣсныхъ и полевыхъ, путяхъ. Напро-

тивъ того, въ Россіи, при бѣдности края въ каменныхъ матеріалахъ, дешевизнѣ лѣса и недостаткѣ средствъ на проведеніе дорогъ, къ устройству деревянныхъ трубъ обращаются довольно часто.

Для пропуска небольшого количества воды деревянные трубы устраиваются изъ пластинъ (фиг. 174). Пластины притесываются одна къ другой *на-четверти* и кладутся съ боковъ и снизу вдоль оси трубы, а сверху поперекъ оси. Боковыя пластины соединяются между собою посредствомъ шпонокъ *A* и образуютъ стѣнки трубы; нижнія пластины, соединенныя шпонками *B*, служатъ дномъ трубы. Стѣнки снизу вставляются шпунтами въ пазы, вынутыя въ пластинахъ dna, а сверху связываются стяжками *C* и покрываются поперечнымъ настиломъ изъ пластинъ. Выходящіе наружу концы пластинъ обрѣзываются по откосу земляного полотна. Такія трубы можно строить пролетомъ не болѣе 0,33 сажени.

Если протокъ воды значителенъ, то деревянные трубы устраиваютъ слѣдующимъ образомъ (фиг. 175). Поперекъ дороги забиваются два ряда свай *A* въ разстояніи 0,75—1 сажени одна отъ другой; на эти ряды насаживаются насадки *B*, а за сваи закладываются пластины, образующія боковыя стѣнки трубы; сверху на насадки кладется настилъ изъ пластинъ или накатинъ *C*, перекрывающій промежутки между рядами свай. По концамъ трубы разстояніе между рядами свай постепенно увеличиваютъ, а высоту ихъ уменьшаютъ, такъ что насадки *D* на концевыхъ сваяхъ проходятъ по откосу насыпи. Сваи, насадки и пластины дѣлаются изъ шестивершковыхъ бревенъ, а накатины для настила берутся толщиною въ 4 или 5 вершковъ. Смотря по потоку воды, такимъ трубамъ даютъ пролетъ отъ 0,30 до 0,60 сажени при пластинномъ настилѣ и отъ 0,60 до 1,20 сажени при накатномъ.

На шоссеиныхъ дорогахъ въ предѣлахъ Московской губерніи съ большимъ успѣхомъ примѣняется типъ *деревянныхъ трубъ съ рельсовыми ребрами* (фиг. 176). Для устройства трубы этого типа вырываютъ поперекъ дороги два ряда ямокъ *A*, глубиною 0,5 сажени и шириною 0,2 сажени, въ разстояніи 1 сажени одна отъ другой. Вырытыя ямки заполняются цементнымъ бетономъ, въ который утапливаются чугунныя подушки. По отвердѣніи бетона, на подушкахъ устанавливаются ребра *B* изъ старыхъ рельсовъ, согнутыхъ такъ, какъ показано на фигурѣ; затѣмъ, ребра покрываются палубой изъ

накати́нь, толщиною въ 4 или 5 вершковъ, притесанныхъ между собою и къ ребрамъ. Концы накати́нь срѣзываются по откосу насыпи и нижніе изъ нихъ покрываются насадкою *C*, упирающеюся въ столбикъ *D*. Иногда бетонные столбы замѣняютъ сваями *A* (фиг. 177), забитыми въ землю; въ такомъ случаѣ чугунныя подушки прикрѣпляются къ насадкамъ *B*, покрывающимъ эти сваи. Такія трубы дѣлаются пролетомъ отъ 0,33 до 1,50 сажени.

Чугунныя трубы устраиваются изъ цилиндрическихъ круглыхъ звеньевъ (фиг. 178), соединяемыхъ между собою раструбами и укладываемыхъ или прямо на землѣ, если грунтъ хорошъ и крѣпокъ, или на слой песка, толщиною отъ 0,20 до 0,30 сажени, или на слой бетона, толщиною отъ 0,15 до 0,20 сажени. Для сопряженія концовъ сооруженія съ насыпью и устраненія подмывовъ земляного полотна, крайнія звенья трубы или задѣлываются въ каменные стѣнки (фиг. 178), или изготовляются особаго вида, со срѣзаннымъ краемъ и наклонной плитой, совпадающей по укладкѣ трубы съ откосомъ насыпи (фиг. 179). Діаметръ чугунныхъ трубъ измѣняется въ предѣлахъ отъ 0,15 до 0,50 сажени. При большихъ діаметрахъ, звенья трубъ усиливаются снаружи ребрами, расположенными на взаимномъ разстояніи около 0,2 сажени, дѣлаются безъ раструбовъ и стыкаются посредствомъ хомутовъ изъ полосового желѣза, состоящихъ изъ двухъ свинчиваемыхъ болтами половинъ; въ такомъ случаѣ швы между отдѣльными звеньями забиваются смоленой пеньковой лентой и закрываются снаружи, подъ хомутомъ, полосой смоленого войлока.

На казенныхъ шоссе средней полосы Россіи такихъ трубъ довольно много. Чугунныя трубы представляютъ сооруженія крѣпкія и долговѣчныя, но широкому распространенію ихъ на обыкновенныхъ дорогахъ препятствуетъ высокая стоимость, особенно при значительныхъ діаметрахъ.

Цементныя трубы изготовляются изъ цементнаго бетона и подобно чугуннымъ трубамъ составляются по длинѣ изъ нѣсколькихъ звеньевъ; онѣ укладываются подъ насыпи на особомъ основаніи и задѣлываются концами въ каменные или кирпичныя стѣнки (фиг. 180). Трубы эти стоятъ вдвое дешевле чугунныхъ и хорошо выдерживаютъ давленіе насыпи и дѣйствіе проѣзда; вліянію атмосферныхъ дѣятелей онѣ сопротивляются не хуже сооруженій изъ

каменной кладки на гидравлическомъ растворѣ. Единственный недостатокъ цементныхъ трубъ заключается въ томъ, что при неравно-
мѣрной осадкѣ онѣ легко ломаются, особенно въ мѣстахъ стыковъ
отдѣльных звеньевъ, гдѣ вслѣдствіе раструбнаго соединенія сопроти-
вление трубъ излому слабѣе, чѣмъ въ другихъ мѣстахъ. Поэтому
при сооруженіи такихъ трубъ нужно очень старательно устраивать
прочное основаніе изъ бетона, щебня или песка, сообразно со свой-
ствами грунта и другими мѣстными условіями. Обыкновенно цемент-
ныя трубы дѣлають круглыми съ внутреннимъ діаметромъ отъ 0,15
до 0,30 сажени, но иногда поперечному сѣченію ихъ даютъ оваль-
ную форму съ пролетомъ отъ 0,20 до 0,40 сажени. Толщина стѣ-
нокъ этихъ трубъ измѣняется отъ 2 до 2,5 дюймовъ и увеличивается
вмѣстѣ съ пролетомъ.

Штейнгутовыя трубы состояются изъ отдѣльных звеньевъ
и укладываются подъ насыпи совершенно такъ же, какъ чугунныя
и цементныя трубы. Лучшія штейнгутовыя трубы изготовляются въ
Англіи; для сооруженій на дорогахъ обыкновенно употребляются
англійскія трубы. Онѣ имѣютъ круглое отверстіе съ пролетомъ отъ
0,10 до 0,50 сажени; для пропуска воды подъ землянымъ полот-
номъ примѣняются только трубы среднихъ пролетовъ, отъ 0,15 до
0,30 сажени. Слишкомъ узкія трубы, пролетомъ менѣе 0,15 сажени,
легко засоряются, а широкія трубы, пролетомъ болѣе 0,30 сажени,
дороги и ломки; поэтому обыкновенно избѣгаютъ употребленія и
тѣхъ и другихъ. Если одной трубы средняго пролета бываетъ не-
достаточно для пропуска воды, то подъ насыпью укладываютъ двѣ
трубы рядомъ, задѣлывая концы ихъ въ общія кирпичныя стѣнки.
При соединеніи отдѣльных звеньевъ трубъ, зазоры въ раструбахъ
(фиг. 181) замазываются цементнымъ растворомъ или забиваются
глиной.

Въ Россіи англійскія штейнгутовыя трубы нашли примѣненіе на
казенныхъ шоссе въ Привислинскомъ краѣ и въ западныхъ губер-
ніяхъ. Дешевизна, быстрота постройки и прочность составляютъ не-
оспоримыя достоинства этихъ трубъ; нельзя не обратить вниманія
еще на то, что замѣна такихъ трубъ другими сооруженіями, если
это оказывается впослѣдствіи необходимымъ, производится легко и
безъ большихъ потерь.

Каменные трубы складываются изъ естественнаго каменнаго ма-

теріала на гидравлическомъ или воздушномъ растворѣ; при употребленіи воздушнаго раствора стыки камней расшиваются снаружн цементомъ. При маломъ пролетѣ этимъ трубамъ даютъ прямоугольное отверстіе; обыкновенно ихъ устраиваютъ (фиг. 182) изъ двухъ боковыхъ стѣнъ, общаго сплошнаго фундамента и перекрытія. Перекрытіе составляется изъ каменныхъ плитъ, чисто обтесанныхъ снизу и въ мѣстахъ стыковъ; фундаментъ поддерживаетъ стѣны и образуетъ крѣпкое дно трубы. Иногда каждая изъ боковыхъ стѣнъ основывается на особомъ фундаментѣ (фиг. 183), а для образованія дна трубы промежутки между фундаментами замазываются каменной мостовой, но такое устройство не столь цѣлесообразно, какъ предыдущее. Отъ быстрого теченія воды въ трубѣ каменная мостовая легко подвергается поврежденіямъ, вслѣдъ за которыми наступаетъ подмывъ боковыхъ стѣнъ трубы; исправленіе же мостовой, при маломъ отверстіи трубы, весьма затруднительно. Напротивъ того, сплошной фундаментъ очень хорошо сопротивляется разрушительному дѣйствію протока воды и обезпечиваетъ боковыя стѣны отъ подмыва, даже при крутомъ скатѣ дна трубы.

Если сплошной фундаментъ оказывается слишкомъ дорогимъ, то стѣны основываются на отдѣльныхъ фундаментахъ; въ такомъ случаѣ нерѣдко для защиты дна трубы отъ размыва отдѣльные фундаменты соединяются у концовъ трубы и по длинѣ ея, на разстояніяхъ въ 2—3 сажени, поперечными порогами изъ каменной кладки, а промежутки между этими порогами укрѣпляются каменной мостовой на растворѣ. Крылья трубы располагаются обыкновенно по направленію стѣнъ и покрываются плитами или тесовыми камнями.

Если труба устраивается наклонно къ горизонту, то стѣны ея складываются наклонными рядами, такъ что высота отверстія по всей длинѣ трубы остается одинаковой. При такомъ устройствѣ трубы, въ случаѣ очень значительнаго наклона ея, представляется то неудобство, что вода вытекаетъ изъ трубы съ очень большою скоростью и размываетъ дно и откосы отводной канавы, укрѣпляемые обыкновенно у выходнаго конца трубы лишь грубою каменною мостовою. Для устраненія этого неудобства иногда поступаютъ слѣдующимъ образомъ: трубу располагаютъ горизонтально и у входнаго конца ея устраиваютъ *сточный колодезь* (фиг. 184), въ которомъ вода теряетъ скорость, пріобрѣтаемую ею при паденіи, и оста-

вляеть болѣе тяжелыя части увлеченнаго сора. Отверстію колодца придается квадратная или круглая форма и такой пролетъ, чтобы его удобно было очищать.

Наибольшій допускаемый пролетъ трубъ съ прямымъ перекрытіемъ опредѣляется величиною сопротивленія каменныхъ плитъ излому и достигаетъ до 0,50 сажени. Употребляя для поддержанія плитъ консольные камни (фиг. 183), доводятъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ пролетъ этихъ трубъ до 0,60 сажени. Если и такой пролетъ оказывается недостаточнымъ, то иногда устраиваютъ двойныя трубы (фиг. 185) съ прямымъ перекрытіемъ и съ продольной стѣнкой, раздѣляющей отверстіе на двѣ равныя части. Каменные трубы съ пролетами больше 0,60 сажени покрываютъ сводами.

Кирпичныя трубы складываются изъ сильно обожженнаго кирпича на гидравлическомъ растворѣ и устраиваются двоякимъ образомъ: или съ прямоугольнымъ отверстіемъ, покрытымъ сводомъ, или съ круглымъ отверстіемъ. Въ первомъ случаѣ онѣ возводятся подобно сводчатымъ каменнымъ трубамъ; во второмъ случаѣ ихъ складываютъ (фиг. 186) въ полкирпича и по концамъ задѣлываютъ въ вертикальныя стѣнки, поддерживающія откосы земляного полотна. Такъ какъ кирпичныя трубы нельзя складывать тоньше, чѣмъ въ полкирпича, то при пролетахъ меньше 0,20 сажени онѣ обходятся дороже цементныхъ и штейнгутовыхъ.

Насыпи, подъ которыми располагаются чугунныя, цементныя и штейнгутовыя трубы, должны быть такой высоты, чтобы сверху этихъ трубъ лежалъ слой земли не тоньше 0,15 сажени. Если твердая одежда дороги лежитъ непосредственно на этихъ трубахъ, то толчки экипажей при проѣздѣ оказываютъ весьма вредное вліяніе на состояніе трубъ.

Величина отверстія трубъ зависитъ отъ наибольшаго количества воды, которое должно пропускаться ими, и отъ величины продольнаго уклона, который можно придать имъ; по этимъ двумъ элементамъ величина отверстія опредѣляется помощью формулъ гидравлики. Величина уклона трубы обусловливается положеніемъ поверхности земли и обыкновенно принимается равною величинѣ поперечнаго ската мѣстности подъ землянымъ полотномъ. Наибольшее количество воды, которое должно пропускаться трубою, находится приблизительно по величинѣ соответственнаго воднаго бассейна и

по объему воды, стекающей къ трубѣ во время самыхъ сильныхъ дождей съ квадратной единицы земной поверхности.

Иногда отверстія трубъ, найденныя такимъ образомъ, оказываются такъ малы, что ихъ приходится увеличивать для возможности очистки или осмотра трубъ. Чтобы трубу можно было безъ особаго затрудненія очищать, высота и ширина отверстія должны быть не менѣе 0,15 сажени; такіе размѣры можно давать отверстию трубъ небольшой длины, не болѣе 5 сажень, то есть трубамъ подъ небольшими насыпями. Трубы подъ высокими насыпями должны быть доступны для осмотра рабочему, хотя бы ползкомъ, для чего отверстию ихъ слѣдуетъ давать размѣры не менѣе 0,30 сажени въ ширину и 0,40 сажени въ высоту.

71. Мосты, водоспуски и лотки. Для проведенія дороги черезъ пересѣкаемыя ею рѣки, рѣчки и значительные ручьи устраиваются *мосты*. Описаніе устройства мостовъ составляетъ предметъ особаго отдѣла строительнаго искусства, и потому ограничимся здѣсь лишь нѣкоторыми замѣчаніями о матеріалѣ, ширинѣ и временной нагрузкѣ мостовъ подъ обыкновенную ѣзду.

По матеріалу мосты бываютъ каменные, желѣзные и деревянные. *Каменные мосты* отличаются большой прочностью, почти совершенно не нуждаются въ исправленіяхъ, но стоятъ такъ дорого, особенно при недостаткѣ необходимыхъ каменныхъ матеріаловъ, что въ Россіи къ устройству ихъ прибѣгаютъ рѣдко. *Желѣзные мосты*, требуя прочныхъ каменныхъ опоръ, обходятся при постройкѣ хотя и дешевле каменныхъ, но все же дорого; поэтому примѣненіе такихъ мостовъ на русскихъ обыкновенныхъ дорогахъ ограничивается сооруженіями съ большими пролетами, чаще всего въ городахъ или въ окрестностяхъ городовъ.

Въ большинствѣ случаевъ мосты на русскихъ дорогахъ строятся изъ *дерева*; такіе мосты, вслѣдствіе порчи дерева отъ гніенія, недолговѣчны, нуждаются въ частыхъ исправленіяхъ и требуютъ возобновленія черезъ промежутки времени отъ 10 до 35 лѣтъ, сообразно со тщательностью ремонта, качествами лѣса, конструкціей моста и положеніемъ его. Съ другой стороны деревянные мосты, при обилии лѣса, стоятъ дешево, легко ремонтируются и безъ затрудненій перестраиваются за-ново; поэтому, не смотря на недол-

говѣчность, такіе мосты строятся у насъ гораздо чаще каменныхъ и желѣзныхъ сооружений, особенно на дорогахъ внѣ городовъ.

Ширина мостовъ колеблется въ широкихъ предѣлахъ и зависитъ отъ дѣятельности движенія, отъ мѣста нахожденія моста, отъ длины его и отъ другихъ мѣстныхъ условій. Въ городахъ ширина мостовъ нерѣдко достигаетъ 11 сажень, причѣмъ полотно мостовъ всегда распадается на проѣзжую часть и два тротуара; внѣ городовъ и промышленныхъ центровъ мостамъ придаютъ обыкновенно ширину отъ 2 до 5 сажень и тротуаровъ на мостахъ въ большинствѣ случаевъ не дѣлають.

На русскихъ казенныхъ шоссе полная ширина мостовъ въ прежнее время принималась, по утвержденнымъ 8 апрѣля 1843 года нормальнымъ чертежамъ, отъ 3,3 до 5 сажень, безъ тротуаровъ, и отъ 5,7 до 7 сажень, съ тротуарами. Теперь послѣднюю ширину придаютъ только важнымъ мостамъ въ городахъ; остальные же мосты устраиваются безъ тротуаровъ, шириною въ 3 или 4 сажени по настилу. По циркуляру Министерства путей сообщенія, отъ 28 мая 1881 года, установлено для подъѣздныхъ шоссе принимать ширину мостовъ въ 3 сажени при возможности устроить объѣздъ при перестройкѣ и въ 4 сажени въ противномъ случаѣ, болѣшую же ширину назначать лишь мостамъ, находящимся въ особенныхъ условіяхъ проѣзда. Вообще ширина мостовъ на дорогахъ внѣ городовъ должна быть не менѣе 1,5 сажени и не болѣе ширины земляного полотна.

Временная нагрузка, служащая для расчета размѣровъ мостовъ, принимается или въ видѣ сплошной толпы людей, или въ видѣ грузовыхъ экипажей, или въ видѣ возможной комбинаціи толпы и экипажей, соотвѣтственно съ тѣмъ, какой изъ этихъ способовъ нагруженія даетъ наибольшее напряженіе матеріала въ частяхъ моста. Мостовой настилъ рассчитывается по наибольшему давленію отъ колеса грузового экипажа; для расчета деревянныхъ поперечинъ, надъ ними полагають стоящей въ самомъ невыгодномъ положеніи ось наиболѣе тяжелаго экипажа; для расчета продольныхъ и поперечныхъ балокъ, а также фермъ въ мостахъ съ пролетами до 10 сажень, предполагають либо наиболѣе невыгодное расположеніе нагрузки изъ одного или двухъ рядовъ тяжелыхъ экипажей и толпы людей на незанятой экипажами части полотна, либо нагрузку изъ

сплошной толпы людей; наконецъ фермы мостовъ съ пролетами болѣе 10 сажень обыкновенно разсчитываютъ по нагрузкѣ толпою людей.

Нагрузка отъ толпы людей принимается равною 2,5 пудамъ на кв. футъ поверхности моста; наибольшій же вѣсъ грузовыхъ экипажей устанавливается въ зависимости отъ положенія моста. На шоссейныхъ дорогахъ безъ тяжелаго грузового движенія, какова—большая часть русскихъ казенныхъ шоссе, за самый тяжелый экипажъ принимается четырехколесная фура (фиг. 187) вѣсомъ въ 300 пудовъ и слѣдующихъ размѣровъ: длина фуры—2,3 сажени, ширина ея при полномъ нагруженіи—1,2 сажени, разстояніе между осями—1,3 сажени и разстояніе между колесами—0,6 сажени; взаимное разстояніе между такими фурами въ направленіи ихъ движенія, необходимое для свободнаго помѣщенія запряжки, принимается въ 1,6 сажени, а величина зазора между краями двухъ движущихся фуръ—въ 0,1 сажени. На шоссейныхъ дорогахъ съ тяжелымъ грузовымъ движеніемъ самымъ тяжелымъ экипажемъ можно считать фуру (фиг. 188) вѣсомъ въ 500 пудовъ, съ слѣдующими размѣрами: длина фуры—3 сажени, ширина ея—1,3 сажени, разстояніе между осями—1,5 сажени и разстояніе между колесами—0,65 сажени; взаимное разстояніе между такими фурами въ направленіи движенія принимается въ 3,1 сажени, а величина зазора между краями двухъ движущихся фуръ—въ 0,1 сажени. При обыкновенныхъ величинахъ продольныхъ уклоновъ, для перемѣщенія по шоссе такихъ фуръ нужно не менѣе 4 лошадей при первомъ типѣ и не менѣе 8 лошадей при второмъ.

Наибольшій вѣсъ экипажа для расчета мостовъ, строящихся въ большихъ городахъ или на такихъ дорогахъ, по которымъ предстоитъ перевозка грузныхъ нераздѣлимыхъ предметовъ, опредѣляется каждый разъ особо, сообразно съ мѣстными условіями, для чѣго собираются свѣдѣнія о всѣхъ предполагаемыхъ къ перевозкѣ грузахъ и о размѣрахъ соотвѣтственныхъ экипажей.

Шоссейные катки часто представляютъ болѣе значительную нагрузку на ось, чѣмъ самые тяжелые грузовые экипажи. Какъ указано въ § 4, конные катки при одной оси вѣсятъ ненагруженные отъ 200 до 300 пудовъ, а нагруженные отъ 350 до 400 пудовъ; обыкновенные паровые катки при двухъ осяхъ вѣсятъ отъ

610 до 824 пудовъ безъ нагрузки и отъ 696 до 916 пудовъ при полной нагрузкѣ водою и каменнымъ углемъ. Въ виду этого при расчетѣ мостовъ необходимо принимать во вниманіе возможность прохода по нимъ тяжелыхъ шоссейныхъ катковъ. Въ послѣднее время желѣзные и большіе деревянные мосты на русскихъ казенныхъ шоссе принято проектировать такъ, чтобы они выдерживали вполне безопасно проходъ шоссейныхъ паровыхъ катковъ. Для этого при опредѣленіи размѣровъ такихъ мостовъ, кромѣ указанной выше нагрузки отъ толпы людей и отъ тяжелыхъ фуръ, вводится въ расчетъ нагрузка отъ парового катка вѣсомъ въ 696 пудовъ, а въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ нагрузка отъ парового катка вѣсомъ 916 пудовъ. Главнѣйшіе размѣры и распредѣленіе вѣса этихъ катковъ указаны на фигурахъ 189 и 190.

Иногда въ мѣстахъ пересѣченія дорогъ съ оврагами, по которымъ вода протекаетъ только во время дождей и таянія снѣга, устраиваютъ, вмѣсто трубъ или мостовъ, *водоспуски* (фиг. 191). Съ этой цѣлью дорогу проводятъ поперекъ оврага невысокой насыпью, понижающейся къ подошвѣ ложбины. Самый водоспускъ дѣлается шириною, вдоль дороги, отъ 6 до 20 сажень, сообразно съ количествомъ протекающей по оврагу воды, и состоитъ изъ трехъ площадокъ, вымощенныхъ грубою или брусчатою каменною мостовою на пескѣ и поддержанныхъ съ низовой стороны оврага каменною стѣнкою *А*. Стѣнка складывается на-сухо или на гидравлическомъ растворѣ и располагается такъ, что большая часть ея по высотѣ находится въ землѣ; съ наружной стороны стѣнка защищается отъ подмыва посредствомъ каменной мостовой или наброски изъ камней. Изъ площадокъ средняя дѣлается горизонтальною, а крайнія—съ продольнымъ уклономъ отъ 0,03 до 0,07 къ средней.

Водоспуски оказываются особенно цѣлесообразными въ мѣстахъ, гдѣ дорога проходитъ, мало возвышаясь надъ уровнемъ земной поверхности, поперекъ запруженной выше рѣчной низменности; при отсутствіи водоспусковъ въ такихъ мѣстахъ можетъ произойти полное разрушеніе дороги въ случаѣ прорыва запруды. Кромѣ того, къ устройству водоспусковъ прибѣгаютъ при проведеніи дорогъ черезъ крутые овраги въ сильно гористой мѣстности. Мосты или трубы для такихъ овраговъ не совсѣмъ пригодны, потому что ручей, образующійся на днѣ оврага во время дождей, увлекаетъ съ собою массу

песка и камней и не сохраняет постоянного, определеннаго направления, но смотря по обстоятельствамъ, протекаетъ по ложбинѣ то здѣсь, то тамъ. Въ такихъ оврагахъ широкіе, вымощенные крупнымъ камнемъ водоспуски, черезъ которые ручьи, не повреждая дорожного полотна, могутъ проносить песокъ и камни, сохраняются несравненно лучше, чѣмъ мосты или трубы.

Поперечные лотки (фиг. 192) устраиваются на горныхъ дорогахъ въ тѣхъ случаяхъ, когда дорожное полотно проводится по горному скату, поперекъ его паденія, и служатъ для выпуска дождевой воды изъ нагорной канавы или продольнаго лотка на откосъ насыпи. Эти лотки дѣлаются обыкновенно отъ 1 до 1,5 сажени шириною и отъ 0,07 до 0,10 сажени глубиною и располагаются поперекъ дорожного полотна, наклонно или нормально къ оси дороги; первое расположеніе дается имъ на участкахъ съ уклономъ, второе—на горизонтальныхъ участкахъ. Лотки безпокойны для проѣзда и заставляютъ замедлять движеніе, но ихъ часто предпочитаютъ малымъ трубамъ, для уменьшенія расходовъ на устройство дороги.

72. Тротуары. Тротуары располагаются по одной или по обѣимъ сторонамъ дороги, возвышаются надъ проѣзжей частью по крайней мѣрѣ на 6 дюймовъ и отдѣляются отъ нея рядами барьеровъ изъ правильно обтесанныхъ камней (фиг. 193), или мощеными откосами (фиг. 194). Поверхности тротуаровъ дается поперечный скатъ къ проѣзжей части дороги, для облегченія стока съ нихъ дождевой воды въ находящіяся у барьеровъ лотки. Величина этого ската зависитъ отъ рода обдѣлки тротуаровъ и назначается тѣмъ меньше, чѣмъ глаже поверхность обдѣлки и обезпеченнѣе непроницаемость ея для воды; въ зависимости отъ этихъ качествъ обдѣлки, поперечный скатъ тротуаровъ измѣняется отъ 0,015 до 0,045.

Въ окрестностяхъ городовъ тротуары или оставляются безъ всякаго покрытія или покрываются тонкимъ слоемъ хряща, съ цѣлью уменьшить образованіе грязи въ ненастную погоду. Въ городахъ, для достиженія необходимой прочности, удобства и чистоты, поверхность тротуаровъ покрываютъ твердою одеждою, устройство которой бываетъ весьма различно въ зависимости отъ дѣятельности движенія и имѣющихся въ распоряженіи матеріаловъ.

Мостовая из мелкаго булыжника употребляется нерѣдко для покрытія тротуаровъ въ небольшихъ городахъ. Для устройства ея берутъ камешки, имѣющіе приблизительно одинаковую величину и хоть одну плоскую грань, и выстилаютъ этими камешками поверхность тротуара, укладывая ихъ плотно на слоѣ песка плоской гранью вверхъ; иногда, располагая по узорамъ камешки разныхъ цвѣтовъ, придаютъ тротуарамъ красивый видъ. Мостовая эта даетъ покрытіе жесткое и шероховатое.

Мостовая изъ околотыхъ камней лучше, но дороже предыдущей. Она устраивается изъ небольшихъ камней песчаника или порфира, съ правильно околотыми верхушками; камни эти укладываются на цементномъ растворѣ, безъ перевязки швовъ, наклонными или нормальными рядами, на основаніи изъ песка или бетона. Иногда употребляютъ для замощенія тротуаровъ кирпичъ-желѣзнякъ, укладывая его на ребро въ елку между каменными барьерами, но при обыкновенномъ обжигѣ кирпича такая мостовая оказывается недолговѣчною: отъ дѣятельнаго движенія она скоро изнашивается и дѣлается неровною.

Плитное покрытие представляетъ наиболѣе распространенный видъ твердой одежды тротуаровъ; оно устраивается изъ естественныхъ каменныхъ плитъ или изъ искусственныхъ плитокъ, укладываемыхъ, большею частью съ подливкою раствора, на какомъ-либо основаніи или просто на хорошемъ грунтѣ, безъ перевязки швовъ.

Естественныя каменныя плиты изготовляются изъ известняка, песчаника или гранита. Известняковымъ или песчаниковымъ плитамъ придаютъ обтескою правильную форму квадратныхъ или прямоугольныхъ лещадокъ одинаковой величины; верхняя и боковыя грани этихъ лещадокъ обтесываются на-чисто, а нижняя грань оставляется въ грубомъ видѣ (фиг. 193). Подобнымъ же образомъ часто обрабатываются и гранитныя плиты, но обтеска гранита въ правильныя лещадки представляетъ трудную и дорогую работу; поэтому нерѣдко гранитъ употребляется для тротуаровъ въ видѣ кусковъ неодинаковой величины и формы, обтесанныхъ только сверху и на небольшую высоту съ боковъ. Естественныя каменныя плиты укладываются на-сухо или на гидравлическомъ растворѣ, чаще всего на плотно утрамбованномъ грунтѣ, причемъ неровности нижнихъ граней плитъ *подщебениваются*. Но при такой укладкѣ плиты

принимають со временемъ неравномѣрную осадку, что вызываетъ необходимость перестилки тротуаровъ; поэтому гораздо лучше укладывать плиты, съ подливкою раствора, на слоѣ бетона или по крайней мѣрѣ на слоѣ утрамбованнаго кирпичнаго мусора или песка.

Тротуары изъ плитъ известняка или песчаника всегда ограничиваются со стороны проѣзжей части дороги каменными барьерами или мощеными булыжникомъ откосами (фиг. 193 и 194); гранитные же тротуары нерѣдко устраиваются безъ барьеровъ и откосовъ. Вообще покрытие изъ естественныхъ каменныхъ плитъ отличается удобствомъ для движенія, легкостью очистки и прочностью; гранитные тротуары гораздо прочнѣ известняковыхъ и песчаниковыхъ, но скоро полируются отъ движенія, что впрочемъ не составляетъ важнаго недостатка, такъ какъ легко устраняется наѣчкой плитъ.

Искусственныя плитки дѣлаются изъ глины, изъ цементнаго раствора или изъ шлаковъ. Глиняныя плитки формуются изъ упорной глины и затѣмъ обжигаются въ печахъ при высокой температурѣ; имъ придаютъ квадратную форму, отъ 6 до 9 дюймовъ въ сторонѣ и около 1,5 дюйма толщиною, съ бороздками на верхней грани (фиг. 195), или безъ бороздокъ. При устройствѣ тротуара, глиняныя плитки укладываются (фиг. 196) съ подливкою раствора на основаніе изъ слоя бетона или хряща: онѣ очень удобны для движенія и служатъ довольно долго. Цементныя плитки изготовляются въ чугунныхъ бездонныхъ ящикахъ, на каменной подставкѣ, изъ смѣси 1 части портландскаго цемента и 4 частей крупнаго песка съ водою; онѣ дѣлаются квадратной формы, отъ 15 до 18 дюймовъ въ сторонѣ и около 3 дюймовъ толщиною, и укладываются для покрытия тротуаровъ подобно глинянымъ плиткамъ. Цементными плитками покрыта въ послѣдніе годы большая часть тротуаровъ на главныхъ улицахъ въ Варшавѣ.

Сплошное цементное покрытие тротуаровъ начинаетъ вводиться въ послѣднее время, вслѣдствіе удешевленія и усовершенствованія производства портландскаго цемента. Для устройства этого покрытия разстилаютъ на грунтѣ тротуара слой бетона, составленнаго изъ 1 части портландскаго цемента и 10 частей хряща; слой этотъ крѣпко утрамбовывается и оставляется въ покоѣ до полного отвердѣнія; затѣмъ поверхность бетоннаго слоя покрываютъ слоемъ цементнаго раствора изъ 1 части цемента и 1 или 2 частей песка, съ такимъ количе-

ствомъ воды, какое нужно для образованія густого тѣста. Бетонный слой дѣлается толщиною 5—6 дюймовъ, а цементный слой—толщиною около 1 дюйма. Чтобы устранить скользкость этого покрытія, на поверхности цементнаго слоя, пока онъ не отвердѣлъ, выдавливаютъ посредствомъ чугунныхъ плитъ или катковъ съ ребристою поверхностью мелкія бороздки. Значительныя измѣненія температуры, вызывая расширеніе и сжатіе цементнаго слоя, производятъ въ немъ трещины; для устраненія этого неудобства оставляютъ въ цементномъ слоѣ на опредѣленныхъ разстояніяхъ узкіе промежутки, почти незамѣтные въ ряду бороздъ, покрывающихъ поверхность слоя.

Асфальтовое покрытие (фиг. 126) представляетъ весьма совершенный и практичный видъ твердой одежды тротуаровъ; оно устраивается подобно асфальтовой одеждѣ проѣзжей части дорогъ,—обыкновенно изъ литого асфальта и лишь въ рѣдкихъ случаяхъ изъ асфальтоваго порошка. Основаніе асфальтоваго покрытія дѣлаютъ изъ слоя бетона, толщиною около 4 дюймовъ, выравненнаго сверху тонкой смазкой изъ цементнаго раствора. Послѣ тщательной просушки это основаніе покрываютъ слоемъ расплавленнаго литого асфальта, толщиною отъ 0,6 до 1 дюйма. Литой асфальтъ для тротуаровъ составляется обыкновенно изъ 59% асфальтовой мастики, 6% битума и 35% песка. Смѣшеніе составныхъ частей литого асфальта, его плавка и разстилка на поверхности бетона производится способомъ, описаннымъ въ параграфѣ 58.

Твердость и неизмѣняемость основанія составляетъ весьма важное условіе для исправнаго и продолжительнаго существованія асфальтоваго слоя; поэтому толщину бетоннаго слоя слѣдуетъ соразмѣрять съ качествомъ грунта и при слабомъ грунтѣ дѣлать больше, чѣмъ при крѣпкомъ. Прочность асфальтоваго слоя, если только онъ настланъ правильно на крѣпкомъ основаніи и изъ хорошаго матеріала, очень велика: нерѣдко асфальтовые тротуары служатъ безъ перестройки до 20 лѣтъ. Бывали случаи, что асфальтовый слой, утонившись отъ стиранія до $\frac{1}{4}$ дюйма, продолжалъ еще исправно удовлетворять своему назначенію.

Произведено немало опытовъ примѣненія къ покрытію тротуаровъ *искусственнаго* литого асфальта, составленнаго изъ древесной или каменно-угольной смолы и измельченнаго известняка, но всѣ эти опыты оказались неудачными. Посредствомъ простаго смѣшенія

двухъ веществъ столь разнородныхъ, какъ известнякъ и смола, невозможно достигнуть такого размѣщенія частицъ, какое произошло въ естественномъ асфальтѣ вслѣдствіе неизвѣстныхъ процессовъ и несомнѣнно подъ сильнѣйшимъ давленіемъ. Кромѣ того, связь между частицами искусственнаго асфальта, недостаточно крѣпкая отъ несовершенства смѣшенія известняка и смолы, съ теченіемъ времени еще болѣе ослабляется отъ измѣненія состава смолы, вслѣдствіе исчезновенія заключающихся въ ней летучихъ веществъ. По этимъ причинамъ покрытие изъ искусственнаго асфальта оказывается очень непрочнымъ: оно размягчается въ жаркую погоду, сильно растрескивается отъ морозовъ и быстро изнашивается отъ движенія.

Въ послѣднее время стали изготовлять искусственный асфальтъ изъ очищенной перегонкою газовой смолы и очень мелкаго порошка мѣла. Этотъ матеріалъ употребляется съ нѣкоторымъ успѣхомъ лишь для покрытія площадокъ съ весьма слабымъ движеніемъ, каковы—дворы, проходы въ воротахъ, погреба и т. п., но для уличныхъ тротуаровъ онъ не годенъ.

73. Огражденія дорогъ. Для обезпеченія безопасности проѣзда, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ по длинѣ дорогъ, вдоль бровокъ земляного полотна, устраиваются *огражденія*. Огражденія необходимы на насыпяхъ высотой болѣе 0,75 сажени, при вѣздахъ на мосты, при переѣздахъ черезъ желѣзныя дороги и на косогорахъ; въ первыхъ трехъ случаяхъ они располагаются по обѣимъ сторонамъ дороги, въ послѣднемъ — только со стороны откоса насыпи. Устройство и матеріалъ огражденій сообразуются съ мѣстными условіями проложенія дорогъ.

Наиболѣе употребительный видъ огражденія дорогъ представляютъ *надолбы*, или *деревянные столбики*, врываемые въ земляное полотно правильными рядами по краямъ дороги. Столбики эти (фиг. 197) дѣлаются изъ бревень, толщиною 5 вершковъ, длиною 1 сажень, и закапываются въ землю на 0,5 сажени; нижняя, закапываемая часть ихъ оставляется безъ обдѣлки и обугливается для предохраненія отъ гніенія; верхняя часть обдѣлывается обыкновенно на-кругло, рѣдко шестигранникомъ, и окрашивается масляною краскою. У нижняго конца столбиковъ дѣлають иногда зарубку, чтобы предупредить выпучиваніе ихъ при замерзаніи грунта; верхній ко-

нець столбиковъ обдѣливается полушаріемъ или конусомъ, при круглой формѣ ихъ, и пирамидой—при шестигранной формѣ. Надолбы ставятся обыкновенно въ разстояніи 0,67 сажени ось отъ оси; иногда для уменьшенія числа надолбовъ это разстояніе принимается нѣсколько больше, а именно въ 0,83 сажени. Ямы для постановки надолбовъ или выкапываются обыкновеннымъ способомъ, или высверливаются особымъ буромъ (фиг. 198); при употребленіи бура ямы получаются узкими, такъ что столбики вставляются въ нихъ почти вилотную и не требуется ни подсыпки земли, ни утрамбовки ея.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда бываютъ нужны огражденія, не допускающія прохода съ поверхности дороги на откосъ, ряды надолбовъ покрываются сверху продольнымъ, или *шапочнымъ* брусомъ (фиг. 199). При такомъ устройствѣ разстояніе между надолбами принимается въ 1 сажень, а верхушки ихъ обдѣливаются шипами, на которые насаживается шапочный брусъ; послѣдній обтесывается обыкновенно на-кругло и составляется по длинѣ изъ отдѣльных частей, сращиваемыхъ косымъ зубомъ. Нерѣдко соединяють надолбы по два или по три (фиг. 200 и 201) шапочнымъ брусомъ или пропускаемою сквозь нихъ доскою, оставляя въ огражденіи промежутки для прохода, съ одиночными свободными столбиками; такое огражденіе называется *пряслами*.

Надолбы и прясла недолговѣчны и требуютъ возобновленія черезъ каждыя 10—12 лѣтъ, но на русскихъ дорогахъ, за исключеніемъ горныхъ, представляютъ самый обыкновенный видъ огражденія, вслѣдствіе обилія лѣса и отсутствія годнаго камня. Въ мѣстностяхъ же, гдѣ въ камнѣ нѣтъ недостатка, цѣлесообразнѣе устраивать долговѣчныя каменные огражденія; къ такимъ огражденіямъ относятся каменные тумбы и парашеты.

Каменные тумбы имѣютъ видъ правильно обтесанныхъ столбовъ (фиг. 202) или необдѣланныхъ продолговатыхъ кусковъ скалы и ставятся по краямъ дороги на разстояніяхъ отъ 1 до 2 сажень. Обыкновенно онѣ врываются въ земляное полотно на столько, чтобы оси экипажей могли свободно проходить надъ выступающими изъ земли концами тумбъ. Иногда употребляются и высокія тумбы (фиг. 203), но онѣ неудобны въ томъ отношеніи, что легко повреждаются или выворачиваются проѣзжающими экипажами. Въ особенно опасныхъ для движенія мѣстахъ дорогъ, гдѣ необходимо не

прерывное ограждение дорожного полотна, каменные тумбы соединяють посредствомъ деревянныхъ брусковъ (фиг. 204) или желѣзныхъ стержней (фиг. 205).

Каменные парапеты, или *перильныя стѣнки*, устраиваются на горныхъ дорогахъ, преимущественно въ тѣхъ мѣстахъ этихъ дорогъ, гдѣ земляное полотно поддерживается подпорными стѣнами. Парапеты дѣлаются изъ сухой кладки или изъ кладки на растворѣ и состоятъ изъ сплошныхъ стѣнокъ (фиг. 60 и 61) или изъ рядовъ сводиковъ, соединенныхъ между собою и прикрытыхъ сплошнымъ карнизомъ (фиг. 206). Если парапетъ складывается въ видѣ сплошной стѣнки, то поверхности дороги даютъ одинъ поперечный скатъ въ нагорную сторону (фиг. 60), или же при двускатной выпуклости дороги устраиваютъ возлѣ парапета жолобъ (фиг. 61); дождевая вода собирается въ этотъ жолобъ и вытекаетъ наружу черезъ оставленные на извѣстныхъ разстояніяхъ отверстія въ стѣнкѣ.

На маловажныхъ дорогахъ огражденія устраиваются иногда изъ земли. *Земляныя валики*, или *банкеты* (фиг. 207), занимають по ширинѣ дороги много мѣста и мѣшаютъ стоку воды съ поверхности полотна; поэтому, не смотря на дешевизну устройства, они рѣдко встрѣчаются на дорогахъ.

Самый дешевый по ремонту видъ огражденій представляютъ *живыя изгороди* изъ кустарниковъ или деревьевъ, посаженныхъ по краямъ дороги. Къ сожалѣнію этотъ видъ огражденій далеко не вездѣ можно примѣнить, такъ какъ при каменистомъ или дурномъ грунтѣ полотна и на крутыхъ открытыхъ косогорахъ растенія худо принимаются и растутъ.

74. Посадки деревьевъ вдоль дорогъ. Нерѣдко дороги обсаживаются по краямъ рядами деревьевъ. Въ Россіи деревьями обсажены почти всѣ шоссеыя дороги Привислинскаго края; во Франціи аллеи деревьевъ въ два и иногда въ четыре ряда существуютъ на большей части дорогъ; въ Германіи и Австріи рядами деревьевъ обсажено около половины всего протяженія шоссеыныхъ дорогъ.

Посадка деревьевъ вдоль дорогъ представляетъ много выгодъ, но и не мало неудобствъ, по крайней мѣрѣ на нѣкоторыхъ участкахъ дорогъ. Деревья украшаютъ дорогу и дѣлають ее замѣтною издали для проѣзжающихъ, въ жаркое лѣтнее время они доста-

вляють тѣнь, предохраняющую дорожную одежду отъ разсыханія и освѣжающую путниковъ; зимою, во время выюгъ, когда дорога съ канавами заносится сплошнымъ слоемъ снѣга, деревья указываютъ направленіе проѣзда, предупреждаютъ несчастные случаи отъ потери пути проѣзжающими и дѣлають ненужною постановку особыхъ указательныхъ вѣхъ вдоль зимняго пути; на дамбахъ по разливамъ рѣкъ они укрѣпляютъ откосы земляного полотна; наконецъ деревья облегчаютъ устройство огражденій по краямъ дорогъ и дѣлають производительными тѣ полоски дороги, которыя не приносятъ непосредственной пользы движенію. Съ другой стороны деревья обладаютъ неудобнымъ свойствомъ поддерживать сырость въ мѣстахъ, гдѣ она вредна для дороги, и затрудняютъ просыханіе земляного полотна и дорожной одежды; кромѣ того осенью они загрязняютъ дорогу падающими листьями; наконецъ зимою деревья иногда способствуютъ образованію на дорогѣ снѣжныхъ заносовъ и нерѣдко служатъ причиною неравномѣрнаго расположенія снѣга на дорожномъ полотнѣ.

Выгоды и неудобства отъ посадокъ деревьевъ имѣють различное значеніе для разныхъ дорогъ и даже для разныхъ участковъ одной и той же дороги; въ зависимости отъ мѣстныхъ условій оказываются значительнѣе то выгоды, то неудобства посадокъ. Поэтому вопросъ о пользѣ или вредѣ деревьевъ для дорогъ нельзя рѣшить въ общемъ смыслѣ и безотносительно; въ примѣненіи же къ мѣстнымъ условіямъ, въ каждомъ частномъ случаѣ, вопросъ этотъ рѣшается довольно легко сравненіемъ выгодъ и неудобствъ посадокъ.

Деревья вдоль дорогъ располагають обыкновенно по краямъ земляного полотна, въ разстояніи отъ 8 до 12 дюймовъ отъ верхняго ребра откоса насыпи или канавы. При малой ширинѣ дороги деревья помѣщаютъ на особыхъ коническихъ земляныхъ выступахъ (фиг. 208), сдѣланныхъ по краямъ дорожнаго полотна на опредѣленномъ взаимномъ разстояніи. Иногда, если ширина полотна очень мала, ряды деревьевъ располагають за канавами и за откосомъ насыпи, въ извѣстномъ разстояніи отъ оси дороги.

Посадку деревьевъ дѣлають въ шахматномъ порядкѣ, то есть такъ, что каждое дерево одного ряда помѣщается противъ середины промежутка между деревьями другого ряда. Разстояніе между отдѣльными деревьями въ каждомъ ряду зависитъ отъ цѣли, съ которою дѣлается посадка: если деревья садятъ для указанія пути и

для украшенія дороги, то разстояніе между ними принимается отъ 7 до 10 сажень; если же деревья назначаются для огражденія дороги на насыпяхъ, то разстояніе это уменьшаютъ до 4 и даже до 2 сажень, приче́мъ въ промежуткахъ между деревьями, по краямъ насыпей, ставятъ по три или по два надолба, смотря по ширинѣ промежутковъ и по высотѣ насыпей.

Породы деревьевъ, избираемыя для посадокъ вдоль дорогъ, сообразуются съ климатомъ и со свойствами почвы. Изъ различныхъ породъ деревьевъ, растущихъ въ Россіи, наиболѣе удобными для дорогъ представляются слѣдующія: для сѣверной и средней полосы Россіи—*береза*, для южной полосы—*ива* и *раkitникъ*, а для западнаго края—*тополь*; кромѣ этихъ породъ, для посадокъ на русскихъ дорогахъ пригодны липа, кленъ, ясень, рябина и дубъ. Въ южной Германіи дороги нерѣдко обсаживаются фруктовыми деревьями, приносящими нѣкоторый доходъ, но для русскихъ дорогъ фруктовыя деревья совершенно негодны, по трудности охраненія ихъ и по климату.

При посадкѣ деревьевъ на обочинахъ шоссе, у стволовъ ихъ дѣлаютъ въ землѣ небольшія ямки для воды, открытыя со стороны щебеночной одежды и огражденныя земляными валиками съ противоположной стороны (фиг. 209). Для защиты деревьевъ отъ поврежденія колесами проѣзжающихъ экипажей ставятъ иногда возлѣ нихъ со стороны проѣзда по одному или по два камня, зарытыхъ концами въ землю.

75. Указательные знаки. Къ указательнымъ знакамъ относятся верстовые столбы, сотенные и нумерные знаки, путевые и пограничные столбы, а также межевые знаки. Они ставятся для точнаго обозначенія частей дороги, сооружений, предѣловъ полосы отчужденія, границъ губерній и уѣздовъ; въ такомъ обозначеніи встрѣчается необходимость при завѣдываніи дорогами и при производствѣ на нихъ ремонтныхъ работъ. Нѣкоторые изъ знаковъ служатъ кромѣ того для удобства проѣзжающихъ по дорогамъ, указывая имъ разстоянія до населенныхъ пунктовъ или направленіе пути.

Верстовые столбы раздѣляютъ длину дороги на равныя 500-саженныя части и указываютъ разстояніе въ верстахъ до ближайшихъ станцій или конечныхъ пунктовъ перегона. У насъ верстовые столбы чаще всего бываютъ *деревянные* (фиг. 210); они дѣлаются изъ бре-

вень въ 5 вершковъ толщиною и 2 сажени длиною и ставятся въ отвѣсномъ положеніи на обочинѣ, въ разстояніи 18 дюймовъ отъ ребра земляного плотна. Нижняя часть столба обугливается и зарывается въ землю на глубину 0,5 сажени; верхняя часть столба обтесывается накругло и окрашивается масляною краскою, на 0,33 сажени снизу въ черный или сѣрый цвѣтъ, а на остальной длинѣ въ военный цвѣтъ. На верхній конецъ столба набивается досчатая коробка, шириною въ 10 дюймовъ, окрашиваемая въ бѣлый цвѣтъ. На двухъ граняхъ коробки обозначаются числа верстъ до ближайшихъ станцій: цифры на коробкѣ принято ставить черною краскою и въ 5 дюймовъ высоту. Изготовленіе верстовыхъ столбовъ, то есть ихъ обтеска, обдѣлка и окраска, производится обыкновенно въ какомъ либо одномъ пунктѣ дороги, откуда ихъ развозятъ по линіи; по установкѣ столбовъ въ надлежащихъ мѣстахъ, на коробкахъ ихъ дѣлають надписи чиселъ верстъ.

На дорогахъ, проводимыхъ вблизи желѣзныхъ путей, верстовые столбы нерѣдко дѣлаются изъ старыхъ *рельсовъ*; устройство и размѣры такихъ столбовъ указаны на фигурѣ 211. На казенныхъ шоссе Привислинскаго края поставлены *чугунные* верстовые столбы (фиг. 212); колонки этихъ столбовъ окрашены въ военный цвѣтъ, а пьедесталы — въ сѣрый; кромѣ чиселъ верстъ до ближайшихъ станцій, обозначенныхъ на желѣзной дощечкѣ, на каждомъ столбѣ имѣется на пьедесталѣ надпись числа верстъ отъ г. Варшавы, какъ центрального пункта округа путей сообщенія. На казенныхъ шоссе въ Крыму верстовые столбы сдѣланы изъ правильно обтесанныхъ четырехгранныхъ камней (фиг. 213). Подобные же камни служатъ для раздѣленія дорогъ на километры въ Германіи; во Франціи километренныя столбы имѣютъ видъ, указанный на фигурѣ 214. Каменные верстовые столбы хороши по своей долговѣчности, но для большей части русскихъ дорогъ неудобны, потому что легко заносятся снѣгомъ.

Сотенные знаки раздѣляютъ длину дороги на части въ 100 сажень, или, какъ говорятъ, на *сотки*. Обыкновенно ихъ дѣлають изъ камней, длиною около 20 дюймовъ, зарытыхъ до половины въ землю и обозначенныхъ цифрами отъ 1 до 4. Нерѣдко камни эти обдѣлываютъ сверху въ правильную форму (фиг. 215), но такая обдѣлка представляется излишней роскошью, такъ какъ неоколотый камень,

имѣющій на одной изъ сторонъ небольшое гладкое мѣсто (фиг. 216), можетъ служить сотеннымъ знакомъ такъ же удобно, какъ и околотый. Иногда сотенные знаки дѣлаютъ изъ деревянныхъ тумбъ, въ 0,5 сажени длиною, зарытыхъ до половины въ землю и окрашенныхъ масляной краской. Совершенно такъ же, какъ сотенные знаки, устраиваются и *нумерные знаки*, служащіе для обозначенія нумеровъ искусственныхъ сооружений на дорогахъ.

Путевые столбы ставятся въ мѣстахъ пересѣченія или развѣтвленія дорогъ и указываютъ названія ближайшихъ населенныхъ пунктовъ и разстоянія отъ нихъ, или названія дорогъ, ихъ протяженія и названія учреждений, завѣдывающихъ дорогами. Путевые столбы по матеріалу бываютъ деревянные (фиг. 217), желѣзные, чугунные или каменные и устраиваются подобно верстовымъ столбамъ.

Пограничные столбы ставятся въ пунктахъ пересѣченія дорогъ съ границами уѣздовъ и губерній. Обыкновенно они устраиваются такъ же, какъ верстовые и путевые столбы, и отличаются отъ послѣднихъ только формою доски (фиг. 218). Губернскіе пограничные столбы на большихъ дорогахъ устраиваютъ по утвержденному типу, изображенному на фигурѣ 220. Столбъ этого типа складывается изъ кирпича, съ расшивкой швовъ, облицовывается въ нижней части цокольною плитою и основывается на фундаментѣ изъ бута. Къ верхней части столба, покрытой листовымъ желѣзомъ, прикрѣпляются съ двухъ сторонъ чугунныя доски съ изображеніемъ губернскихъ гербовъ и названіемъ губерній. Такіе столбы ставятся на обрѣзѣ, въ разстояніи 1 сажени отъ внѣшняго ребра боковой канавы, угломъ къ дорогѣ и притомъ такъ, чтобы прикрѣпленные къ сторонамъ угла доски обращены были къ соответственнымъ губерніямъ.

Межевые знаки служатъ для обозначенія границъ отчужденной подъ дорогу полосы земель. Они состоятъ изъ крупныхъ необдѣланныхъ камней, зарытыхъ до половины въ землю и выбѣленныхъ сверху, или изъ деревянныхъ столбиковъ, толщиною въ 4 вершка и длиною въ 1 сажень, зарытыхъ на 0,5 сажени въ землю и окруженныхъ земляными конусами. Межевые знаки ставятся по линіямъ отчужденія во всѣхъ углахъ и сверхъ того на опредѣленныхъ равныхъ разстояніяхъ между углами: обыкновенно камни располагаются на разстояніяхъ отъ 10 до 25 сажень, а столбики— на разстояніяхъ въ 100 сажень.

На нашихъ казенныхъ шоссе обозначеніе границъ земель, принадлежащихъ вѣдомству путей сообщенія, дѣлается посредствомъ межевыхъ столбовъ, устраиваемыхъ по утвержденному чертежу (фиг. 221), объявленному къ исполненію циркуляромъ департамента шоссе-скихъ и водяныхъ сообщений, отъ 18 апрѣля 1890 года. Размѣры этихъ столбовъ, способъ постановки и расположеніе по линіямъ отчужденія указаны циркуляромъ; черезъ нижній конецъ столба пропускается крестовина, а на верхнемъ концѣ дѣлается сбоку надрубка, на которой выжигается изображеніе государственнаго герба.

76. Дорожныя зданія. Къ дорожнымъ зданіямъ относятся станціонныя или почтовые, заставныя и сторожевыя дома, а также казармы для рабочихъ. Всѣ эти зданія не представляютъ необходимой принадлежности дороги и устраиваются далеко не на всѣхъ обыкновенныхъ дорогахъ; чаще всего они встрѣчаются на шоссе-скихъ дорогахъ значительной длины, проходящихъ по слабо населеннымъ мѣстностямъ.

Относительно устройства *станціонныхъ и заставныхъ домовъ* на русскихъ казенныхъ шоссе существуетъ законъ, которымъ предписывается строить эти дома по особымъ Высочайше утвержденнымъ чертежамъ. Тѣмъ же закономъ установлено, что станціонныя дома слѣдуетъ строить трехъ разрядовъ и такъ распредѣлять по линіямъ шоссе, чтобы разстоянія между домами были не болѣе 20 верстъ, чтобы черезъ каждыя 160 верстъ былъ домъ перваго разряда съ гостинницею, чтобы въ промежуткахъ между домами перваго разряда помѣщалось по одному дому втораго разряда съ гостинницею и чтобы всѣ остальные дома были третьяго разряда, безъ гостинницъ.

Согласно съ этимъ закономъ, изданнымъ въ 1843 году, на значительной части русскихъ шоссе-скихъ дорогъ устроены казенныя станціонныя и заставныя дома, въ видѣ капитальныхъ каменныхъ зданій. Эти дома были необходимы въ то время, когда шоссе являлись главными путями сообщенія и служили для дѣятельнаго транзитнаго движенія, но съ проведеніемъ желѣзныхъ дорогъ и обращеніемъ шоссе-скихъ дорогъ въ подъѣзды и мѣстные пути они потеряли прежнее значеніе.

При современномъ положеніи шоссе-скихъ дорогъ, постройка дорогихъ станціонныхъ домовъ является необходимостью лишь въ исклю-

чительныхъ и очень рѣдкихъ случаяхъ, обыкновенно же бываетъ выгоднѣе помѣщать станціи въ частныхъ домахъ тѣхъ городовъ и селеній, черезъ которые дорога проходить. Въмѣсто постройки заставныхъ домовъ утвержденного типа, выгоднѣе нанимать помѣщенія для взиманія дорожнаго сбора и для жилья начальниковъ заставъ въ частныхъ домахъ, находящихся возлѣ шоссе, причемъ является возможность измѣнять мѣста заставъ, какъ при измѣненіи условій проѣзда, такъ и въ случаяхъ проложенія объѣздныхъ путей. У заставныхъ домовъ устраиваются поперекъ шоссе *шлагбаумы*, то есть подвижные деревянные барьеры для загражденія пути.

Сторожевые дома служатъ для жилья дорожныхъ сторожей и устраиваются на обрѣзахъ дорогъ, въ разстояніяхъ отъ 4 до 12 верстъ одинъ отъ другого. Въ особенности важны эти дома для *шоссейныхъ* дорогъ, требующихъ постоянныхъ исправленій и надзора; удобныя помѣщенія у самаго шоссе устраняютъ бесполезную потерю времени и труда на ежедневные переходы сторожей изъ деревень на шоссе и обратно, облегчаютъ разыскиваніе этихъ низшихъ лицъ шоссезнаго надзора въ случаѣ надобности и, привязывая ихъ къ службѣ на шоссе, заставляютъ усерднѣе относиться къ дѣлу. Для шоссе, проходящихъ по малонаселенной мѣстности, сторожевые дома часто являются такой принадлежностью, безъ которой невозможно исправное содержаніе пути и сооружений.

Сторожевые дома имѣются только на части русскихъ казенныхъ шоссе; на линіяхъ шоссе, проведенныхъ безъ сторожевыхъ домовъ, они постепенно устраиваются въ наименѣе населенныхъ мѣстахъ. Въ послѣднее время сторожевые дома строятся чаще всего по типу, объявленному къ руководству Министерствомъ путей сообщенія въ 1878 году; типъ этотъ изображенъ на фигурѣ 219. Дома этого типа—деревянные и двойные, то есть служатъ для жилья двухъ сторожей: при каждомъ домѣ имѣется дворъ и особая надворная постройка, безусловно необходимая для содержанія дома въ надлежащей чистотѣ и заключающая въ себѣ хлѣвъ, сарай и отхожее мѣсто; въ каждомъ помѣщеніи дома, при самомъ устройствѣ его, слѣдуетъ дѣлать столъ, двѣ скамьи, полку и вѣшалку. Представленный на фигурѣ 219 дворикъ при сторожевомъ домѣ черезчуръ малъ; опытъ указываетъ, что необходимо дѣлать его больше, примѣрно на 2 сажени въ длину и на 3 сажени въ ширину.

Дома эти располагаются по линіи шоссе такъ, чтобы участокъ одного сторожа находился по одну сторону дома, а другого—по другую, причемъ разстоянія между домами принимаются вдвое болѣе длины сторожевыхъ участковъ. У значительныхъ мостовъ иногда устраиваютъ одиночные дома того же типа, для жилья сторожа при сооруженіи.

На шосейныхъ дорогахъ Кавказа и южнаго берега Крыма, гдѣ лѣсъ дорогъ, а камень находится въ изобиліи, сторожевые дома строятся изъ камня. Въ Привислинскомъ и Западномъ краяхъ сторожевые дома устроены изъ кирпича при самомъ проведеніи шоссе.



VII.

Ремонтъ дорогъ.

77. Сущность и значеніе ремонта дорогъ. При устройствѣ дороги, всѣмъ составнымъ частямъ ея,—дорожной одеждѣ, земляному полотну, мостамъ, трубамъ, зданіямъ, огражденіямъ и знакамъ,—придаютъ видъ, требуемый условіями удобства и безопасности сообщенія. Отъ дѣйствія проѣзда и отъ вліянія атмосферныхъ дѣятелей, составныя части дороги постепенно утрачиваютъ приданный имъ видъ: щебень, камни и другіе матеріалы дорожной одежды раздробляются, стираются и вывѣтриваются, откосы земляного полотна размываются, канавы и трубы засоряются наносами, мосты повреждаются ледоходомъ и половодьемъ, деревянныя сооруженія гниютъ и пр. Для возстановленія первоначальнаго вида частей дороги, для возобновленія разрушающихся сооружений и вообще для поддержанія дороги въ состояніи удобномъ и безопасномъ для движенія, необходимо производство на ней разнаго рода работъ, совокупность которыхъ и составляетъ ремонтъ дороги.

Ремонтъ дорогъ представляетъ очень важный элементъ народнаго хозяйства. Издержки на перевозку составляютъ значительную часть стоимости продуктовъ, такъ что даже ничтожныя улучшенія въ состояніи дорогъ, облегчая движеніе по нимъ, приводятъ при большомъ протяженіи дорогъ къ значительнымъ сбереженіямъ въ издержкахъ на перевозку,—сбереженіямъ, увеличивающимъ народное богатство. Съ другой стороны ремонтъ обыкновенныхъ дорогъ требуетъ большихъ средствъ, расходование которыхъ или совершенно не вызываетъ непосредственныхъ доходовъ, или, въ случаѣ взиманія дорожного сбора, обусловливаетъ сравнительно небольшія поступленія, покрывающія лишь нѣкоторую часть расходуемыхъ средствъ. Размѣръ расходовъ на ремонтъ дорогъ зависитъ отъ способовъ и пріемовъ производства ремонтныхъ работъ.

Степень правильности производства ремонтныхъ работъ находится въ прямомъ отношеніи какъ съ количествомъ сбереженій въ издержкахъ на перевозку, такъ и съ размѣромъ экономіи въ расходахъ на ремонтъ. Съ этой точки зрѣнія, въ ремонтѣ дорогъ нѣтъ подробностей, незаслуживающихъ вниманія и пустыхъ, а вся совокупность ремонтныхъ работъ является дѣломъ большой важности, для правильного веденія котораго необходимы образованные, искусные и добросовѣстные техники.

Ремонтъ шосейныхъ дорогъ существенно отличается отъ ремонта мощеныхъ дорогъ, причемъ отличие это заключается исключительно въ работахъ по дорожной одеждѣ и не распространяется на другія части дорогъ. Поэтому въ послѣдующемъ изложеніи будемъ держаться такого порядка: прежде всего рассмотримъ *ремонтъ шосейныхъ дорогъ*, разумѣя подъ этимъ содержаніе въ удобномъ состояніи и исправленіе главныхъ частей шоссе и преимущественно щебеночной одежды; затѣмъ перейдемъ къ *ремонту мощеныхъ дорогъ*, то есть мостовыхъ разнаго рода; наконецъ приведемъ нѣсколько указаній относительно ремонта *второстепенныхъ частей дорогъ*.

а) Ремонтъ шосейныхъ дорогъ.

78. Общія замѣчанія. Для шосейныхъ дорогъ ремонтъ имѣетъ больше значенія, чѣмъ самое устройство: правильнымъ и постояннымъ ремонтомъ можно и дурно устроенныя шоссе не только поддерживать въ удобномъ для проѣзда состояніи, но даже значительно улучшить; напротивъ того при неправильно веденномъ ремонтѣ даже прекрасно устроенныя шоссе портятся и приходятъ въ разстройство.

Цѣль ремонта шосейныхъ дорогъ заключается въ поддержаніи ихъ въ такомъ состояніи, чтобы движеніе по нимъ экипажей находилось постоянно въ возможно лучшихъ условіяхъ. Поэтому ремонтныя работы слѣдуетъ вести такъ, чтобы всякія препятствія проѣзду устранялись немедленно, чтобы поврежденія, происходящія въ шосейныхъ дорогахъ, предупреждались, останавливались или исправлялись въ самомъ ихъ началѣ и чтобы всѣ части шоссе, подвергающіяся изнашиванію или гніенію, возобновлялись своевременно. Конечно, подобное веденіе ремонта возможно лишь при постоян-

номъ надзорѣ за шоссе и при достаточныхъ средствахъ какъ въ видѣ матеріаловъ, такъ и въ видѣ рабочихъ.

Правильное производство ремонта шоссеиныхъ дорогъ вошло въ употребленіе лишь въ тридцатыхъ годахъ истекшаго столѣтія. Въ XVIII вѣкѣ ремонтъ шоссе заключался только въ томъ, что на дорожное полотно по временамъ, когда шоссе отъ разстройства становилось крайне неудобнымъ для движенія, насыпался безъ счистки грязи слой новаго щебня, уплотненіе котораго предоставлялось проѣзду.

Трезаге первый указалъ на необходимость правильнаго и непрерывнаго ремонта для надлежащей исправности шоссеиныхъ дорогъ, но это указаніе не было оцѣнено по достоинству и въ послѣдствіи скоро было забыто. Макъ-Адамъ былъ въ этомъ отношеніи гораздо счастливѣе; уменьшивъ толщину щебеночной одежды и уничтоживъ каменное основаніе, онъ устроилъ такія шоссе, которыя могли существовать только при непрерывномъ ремонтѣ. Принятое устройство шоссе побудило Макъ-Адама выработать и ввести въ практику правильныя основанія ремонта; успѣхамъ, полученнымъ на этомъ пути, онъ болѣе обязанъ своею извѣстностью, чѣмъ особенностямъ предложеннаго имъ способа устройства щебеночной одежды.

Наблюденія надъ дѣйствіемъ проѣзда на шоссеиныя дороги указываютъ, что чѣмъ дольше поврежденія шоссе остаются неисправленными, тѣмъ скорѣе оно дѣлается неудобнымъ для движенія, и что немедленнымъ исправленіемъ малѣйшихъ поврежденій можно устранить крупную порчу шоссе и достигнуть этимъ значительнаго сбереженія въ расходахъ на ремонтъ.

Правило—*производитъ работы своевременно*—считается аксіомой во всякомъ хорошемъ хозяйствѣ. Это правило представляетъ главное основаніе и хорошаго ремонта шоссеиныхъ дорогъ; для примѣненія же этого правила необходимо непрерывное производство ремонта, возможное лишь при постоянномъ надзорѣ и достаточныхъ средствахъ.

Ремонтъ шоссеиныхъ дорогъ состоитъ изъ совокупности работъ двоякаго рода: одни изъ нихъ направлены къ облегченію проѣзда по шоссе и къ устраненію причинъ, производящихъ или усиливающихъ разрушеніе щебеночной одежды; другія имѣютъ цѣлью исправленіе происходящихъ въ щебеночной одеждѣ поврежденій и воз-

становленіе первоначальнаго вида шоссе. Работы перваго рода называются *ремонтнымъ содержаніемъ шоссе* и не требуютъ для своего производства новыхъ матеріаловъ; сюда относятся слѣдующія работы: очистка шоссе отъ пыли и грязи, осушеніе щебеночной одежды и земляного полотна, прочистка канавъ и сръзка обочинъ, оправка и загражденіе обочинъ, выравниваніе щебеночной одежды, поливка шоссе, содержаніе зимняго пути, расчистка снѣжныхъ заносовъ, постановка защиты отъ заносовъ, весенняя очистка шоссе и застилка пучистыхъ мѣстъ хворостомъ. Работы втораго рода носятъ названіе *ремонтныхъ исправленій шоссе* и соединены съ употребленіемъ новыхъ матеріаловъ,—щебня, камня, хряща и песка; къ работамъ этимъ относятся: заравниваніе образующихся въ щебеночной одеждѣ углубленій щебнемъ, исправленіе поперечнаго профиля шоссе и утолщеніе щебеночной одежды разсыпкой щебня.

Ниже слѣдуетъ рядъ параграфовъ, въ которыхъ сначала объясняются приемы исполненія работъ ремонтнаго содержанія шоссе, затѣмъ излагаются способы производства ремонтныхъ исправленій шоссе и наконецъ приводятся нѣкоторыя свѣдѣнія, касающіяся каменнаго матеріала для ремонта шоссе.

79. Очистка шоссе отъ пыли и грязи. Щебеночная одежда, покрывающая шоссе, подъ дѣйствіемъ проѣзда и атмосферныхъ дѣятелей мало-по-малу разрушается, или *изнашивается*. Изнашивание происходитъ отъ стиранія, раздробленія и вывѣтриванія каменнаго матеріала и выражается размельченіемъ щебня въ порошокъ. Этотъ порошокъ, смѣшиваясь съ навозомъ, оставляемымъ лошадьми, и съ землей, наносимой проѣздомъ съ грунтовыхъ дорогъ и вѣтромъ со смежныхъ полей, образуетъ на поверхности шоссе пыль, обращающуюся при мокрой погодѣ въ грязь. Накопленіе пыли и грязи на шоссе производитъ вредное дѣйствіе на прочность щебеночной одежды: удерживая на поверхности шоссе воду, грязь размягчаетъ твердую кору плотно укатанной щебеночной одежды; проникая въ шоссейную одежду и смѣшиваясь со щебнемъ, она дѣлаетъ щебеночный слой слабымъ и непрочнымъ. Кромѣ того пыль и грязь обременяютъ проѣздъ, такъ какъ отъ присутствія ихъ увеличивается сопротивленіе экипажей движенію.

Вредное дѣйствіе пыли и грязи тѣмъ сильнѣе, чѣмъ толще обра-

зуемый ими слой. Поэтому для предупрежденія разстройства щебеночной одежды и для облегченія проѣзда поверхность шоссе необходимо возможно чаще очищать. Лучше всего вести эту работу непрерывно, счищая пыль и грязь по мѣрѣ образованія ихъ, но такая очистка возможна только въ томъ случаѣ, когда на шоссе имѣется значительное число постоянныхъ рабочихъ; въ большинствѣ же случаевъ очистка шоссе дѣлается періодически, нѣсколько разъ въ годъ, когда слой накопившейся пыли или грязи достигнетъ нѣкоторой толщины (около 1 дюйма). На дорогахъ внѣ населенныхъ пунктовъ періодическую очистку необходимо производить отъ 2 до 5 разъ въ годъ, сообразно съ силою проѣзда, качествомъ матеріала и положеніемъ дороги; на дорогахъ по городамъ и селеніямъ, гдѣ накопленіе пыли и грязи происходитъ гораздо скорѣе, а удобства движенія требуютъ бѣльшей чистоты, приходится очищать поверхность шоссе гораздо чаще.

Считка пыли и грязи производится или сплошь на всемъ протяженіи шоссе, или только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ; соотвѣтственно съ этимъ очистка шоссе бываетъ либо *валовою*, либо *частною*. Частная считка пыли и грязи дѣлается: на участкахъ, пролегающихъ по городамъ и селеніямъ, въ мѣстахъ пересѣченія шоссе съ грунтовыми дорогами и на участкахъ съ весьма дѣятельнымъ проѣздомъ или съ очень слабой щебеночной одеждой. На русскихъ казенныхъ шоссе валовую считку пыли и грязи принято производить 2 раза въ годъ, весною и осенью, а частную — нѣсколько разъ въ годъ, смотря по необходимости. Независимо отъ валовой и частной очистки шоссе, считка пыли и грязи производится еще передъ разсыпкой щебня для исправленія и утолщенія щебеночной одежды; въ такомъ случаѣ работа эта ограничивается поверхностями, покрываемыми новымъ щебнемъ.

Какъ показалъ опытъ, для надлежащей исправности шоссе полезно удалять накаплиющіеся на немъ соръ и мелочь въ видѣ пыли. При постоянномъ сметаніи пыли поверхность шоссе по наступленіи дождливой погоды остается въ первые дни совершенно свободною отъ грязи, и лишь продолжительное ненастье вызываетъ необходимость считки грязи.

Пыль счищается или сметается съ поверхности шоссе обыкновенно посредствомъ метель изъ тонкихъ и гибкихъ березовыхъ вѣ-

токъ, насаженныхъ на длинную палку. При метеніи рабочій направляется вдоль шоссе, несетъ метлу въ сильно наклонномъ положеніи и, проводя ея осторожно по поверхности дороги, сдвигаетъ пыль поперекъ шоссе, отъ середины къ краямъ, поочередно то направо, то налево. Работу эту слѣдуетъ вести такъ, чтобы метла проходила по щебеночному слою какъ можно легче и лишь прикасалась къ его поверхности, но не сдвигала щебенокъ съ мѣста и не захватывала сцѣпляющаго матеріала.

За границу нерѣдко употребляются для счистки съ шоссе пыли, лежащей толстымъ слоемъ, особыя щетки съ длинной наклонной рукоятью (фиг. 222); онѣ изготовляются чаще всего изъ *пачмавы*, — тростника, отличающагося большой гибкостью и крѣпостью. При употребленіи щетки, рабочій направляется поперекъ шоссе, отъ оси щебеночной одежды къ краямъ ея, и сдвигаетъ пыль передъ собой, проводя щеткой по поверхности шоссе легко и осторожно, чтобы щебеночный слой не разрыхлялся.

Грязь счищается разными способами, въ зависимости отъ состоянія, въ какомъ она находится. Когда грязь—жидка, то счистка ея производится посредствомъ метель или щетокъ, подобно сметанію пыли; когда же грязь—такой густоты, что мало поддается метлѣ или щеткѣ, то для счистки ея употребляются либо обыкновенныя деревянныя лопаты, либо деревянныя и желѣзные скребки. Скребки эти (фиг. 223 и 224) состоятъ изъ деревянной или желѣзной полоски, прикрѣпленной подъ прямымъ угломъ къ концу длинной рукояти; ихъ дѣлаютъ возможно легче, чтобы при движеніи полоски по поверхности шоссе не повреждался щебеночный слой. При счисткѣ шоссе, рабочій дѣйствуетъ скребкомъ, какъ щеткой, и сдвигаетъ грязь отъ себя или къ себѣ, перемѣщаясь отъ оси щебеночной одежды къ краямъ ея, сначала на одной половинѣ шоссе, потомъ на другой. Вслѣдъ за счисткой грязи скребкомъ полезно вымести поверхность шоссе жесткой, износившейся отъ работы, метлою.

Если грязь очень липка, такъ что колеса экипажей, при движеніи по шоссе, вытаскиваютъ изъ щебеночнаго слоя отдѣльныя щебенки, то безъ разрыхленія щебеночной одежды почти невозможно счистить грязь съ шоссе. Въ такихъ случаяхъ не слѣдуетъ счищать грязь скребками и лучше пользоваться для этой цѣли лопатами.

Сметенную пыль и счищенную съ поверхности шоссе грязь сгре-

бають обыкновенно въ небольшія кучи, располагаемыя на одной или на обѣихъ обочинахъ шоссе, откуда пыль и грязь окончательно убирають въ сторону или отвозятъ къ мѣстамъ свалки. Грязь оставляется на обочинахъ лишь до тѣхъ поръ, пока немного не сгустится, а затѣмъ убирается возможно скорѣе, потому что она препятствуетъ стоку воды съ поверхности шоссе, мѣшаетъ пѣшеходному движенію и легко разносится проѣздомъ снова по дорогѣ.

На участкахъ шоссе по открытой мѣстности пыль и грязь, убираемая съ дороги, сваливаютъ на обрѣзы и разравниваютъ по поверхности ихъ ровнымъ слоемъ; пыль и грязь, счищаемая съ участковъ шоссе по городамъ и селамъ, отвозятъ за предѣлы населенныхъ мѣстъ. Иногда, при маломъ содержаніи въ пыли и грязи навоза, ихъ употребляютъ для задѣлки углубленій на обочинахъ или какъ сѣпляющій матеріалъ при разсыпкѣ щебня. Часто владѣльцы земель, прилегающихъ къ шоссеиной дорогѣ, пользуются дорожной пылью и грязью, какъ отличнымъ удобрительнымъ средствомъ, для удобренія своихъ полей и огородовъ; въ этомъ случаѣ уборка и отвозка пыли и грязи не требуютъ особыхъ расходовъ, такъ какъ владѣльцы земель производятъ эти работы на свой счетъ, за право пользоваться продуктами очистки шоссе.

За границею было сдѣлано много попытокъ замѣнить метлы, щетки, лопаты и скребки такими машинами, которыя давали бы возможность счищать пыль и грязь быстрѣе и съ меньшими расходами.

Однѣ изъ этихъ попытокъ были направлены къ устройству ручного инструмента, болѣе совершеннаго, чѣмъ обыкновенная метла или скребокъ. Придуманные приборы имѣли видъ одноколенной или двухколенной телѣжки съ поперечиной, къ которой было подвѣшено рядомъ нѣсколько, пять или шесть, щетокъ или скребковъ, такъ что рабочій, двигая подобный приборъ передъ собой, очищалъ сразу полосу отъ 0,4 до 0,5 сажени. Эти приборы не вошли въ употребленіе, такъ какъ оказались на практикѣ неудобными: они стоили дорого и были тяжелы; употребленіе ихъ усиливало изнашиваніе щеголочной одежды, потому что одному рабочему трудно было владѣть ими такъ, чтобы очистка пыли и грязи происходила съ надлежащей осторожностью; кромѣ того эти приборы требовали дополнительной работы на перемѣщеніе ихъ съ мѣста на мѣсто, сверхъ перевозки всѣхъ другихъ рабочихъ инструментовъ въ тачкѣ.

Другія попытки заключались въ примѣненіи силы лошадей къ перемѣщенію приборовъ, сходныхъ съ предыдущими, но захватывавшихъ при очисткѣ болѣе широкую полосу дороги. Въ этихъ приборахъ также главную часть составляла поперечина съ рядомъ прикрѣпленныхъ къ ней щетокъ или скребковъ, но для поддержанія такой поперечины служила телѣга, перевозившаяся лошадыю. Изъ приборовъ этого рода вошла въ общее употребленіе лишь машина для метенія, изобрѣтенная Тельферомъ (Tailfer).

Машина Тельфера, съ успѣхомъ примѣняющаяся почти во всѣхъ большихъ городахъ Западной Европы, состоитъ изъ двухколесной телѣги *A* (фиг. 225), къ оси которой прикрѣплена цилиндрическая щетка *B* изъ пѣщавы, могущая вращаться около своей оси. При перемѣщеніи телѣги, вращеніе колесъ передается щеткѣ посредствомъ механизма, состоящаго изъ двухъ зубчатыхъ колесъ *C* и безконечной перекрещивающейся цѣпи *D*. Щетка помѣщена наклонно къ оси телѣги и вращается въ сторону, обратную вращенію колесъ, причемъ пыль и грязь сдвигаются щеткой впередъ, перемѣщаются мало-помалу въ правую сторону и располагаются продольной грядкой справа отъ очищаемой полосы дороги. Машина перевозится одною лошадыю и управляется рабочимъ, помѣщающимся на особомъ сидѣньи *E*; при помощи рычага *F*, рукоятка котораго находится возлѣ сидѣнья, щетку можно опустить при счиствѣ грязи и поднять при простомъ проѣздѣ. Длина щетки—около 1 сажени, но вслѣдствіе наклоннаго положенія она захватываетъ сразу полосу только около 0,75 сажени, такъ что для очистки дороги требуется нѣсколько проходовъ машины. Успѣшность дѣйствія машины зависитъ отъ состава счищаемой массы и отъ состоянія поверхности шоссе; лучше всего ею счищается жидкая грязь, при совершенно ровной поверхности щебеночной одежды. Въ среднемъ машина можетъ очищать около 1000 кв. сажень шоссе въ часъ и замѣняетъ работу 7—8 человѣкъ рабочихъ.

Очистка шоссе машиною кажется съ перваго взгляда очень выгодною; на самомъ же дѣлѣ, если принять въ расчетъ стоимость машины (около 350 рублей) и расходы на ремонтъ ея, на помѣщеніе, на наемъ лошади и погонщика, то оказывается, что работа машиною обходится не дешевле ручной работы, даже при условіи ежедневнаго производства очистки шоссе. Въ отношеніи качества работы, машинная очистка шоссе стоитъ ниже ручной: машина очи-

щаетъ всю поверхность шоссе однообразно, съ одинаковымъ нажатіемъ щетки, между тѣмъ какъ хорошій рабочій при метеніи сильно надавливаетъ на горбы и осторожно очищаетъ углубленія. Единственное преимущество машинной очистки сравнительно съ ручною — быстрота производства работы, имѣющая важное значеніе на очень оживленныхъ дорогахъ, содержимыхъ въ большой чистотѣ.

Вслѣдствіе этихъ особенностей, употребленіе машинъ представляется вполне умѣстнымъ лишь для городскихъ дорогъ съ сильнымъ проѣздомъ, гдѣ счистка пыли и грязи требуетъ большого количества рабочихъ силъ и соединена съ неудобствами для движенія; для дорогъ же внѣ большихъ городовъ ручная работа по счисткѣ пыли и грязи бываетъ обыкновенно выгоднѣе машинной.

Машина Тельфера, очищая поверхность дороги, собираетъ пыль и грязь въ двѣ продольныя грядки по краямъ дороги; эти грядки приходится затѣмъ сгребать въ кучи ручною работою, что представляетъ нѣкоторое неудобство. Въ послѣднее время въ большихъ городахъ Сѣверной Америки начинается входить въ употребленіе новая машина для метенія, устраняющая необходимость ручной работы для сгребанія пыли и грязи въ кучи. Эта машина устроена такъ, что пыль и грязь, счищаемая вращающеюся метлою съ дороги, собирается въ особомъ ящикѣ съ подвижнымъ дномъ, который по наполненіи можно опоражнивать въ любомъ мѣстѣ, причемъ собранный соръ вываливается въ видѣ небольшой кучи.

80. Осушеніе щебеночной одежды и земляного полотна. Во время сильныхъ дождей всѣ углубленія на поверхности шоссе наполняются водою. Оставаясь въ этихъ углубленіяхъ, вода приноситъ немало вреда шоссе; она размягчаетъ твердую одежду и усиливаетъ стираніе щебеночнаго слоя. Поэтому въ видахъ сохраненія щебеночной одежды и поддержанія шоссе въ исправности полезно возможно скорѣе удалять воду съ поверхности шоссе. Обыкновенно это исполняется такимъ образомъ: постоянный дорожный рабочій послѣ дождя обходитъ свой участокъ шоссе и метлой или щеткой выгоняетъ воду изъ углубленій, а киркой прочищаетъ и продѣлываетъ на-ново желобки или борозды для спуска застаивающейся воды, какъ со щебеночной одежды, такъ и съ обочинъ.

Нѣкоторые участки шоссе особенно сильно подвергаются вред-

ному дѣйствию воды: таковы — всѣ участки, гдѣ грунтъ земляного полотна — глинистый, торфянистый или иловатый, и щебеночный слой — рыхлѣ, тонокъ и съ малой выпуклостью, а слоя песка подѣ щебнемъ нѣтъ, или онѣ очень тонокъ. На подобныхъ участкахъ шоссе, даже при заботливомъ ремонтѣ, вода осенью, во время продолжительныхъ дождей, проникаетъ черезъ щебеночную одежду до грунта, напityваетъ земляное полотно и замерзаетъ въ немъ съ наступленіемъ морозовъ; весною, когда верхній слой полотна подѣ щебеночнымъ слоемъ оттаетъ, а нижній еще остается мерзлымъ, оттаявшій грунтъ до того размягчается, что неуспѣвшая просохнуть щебеночная одежда не поддерживается имъ надлежащимъ образомъ и потому легко прорѣзывается колесами проѣзжающихъ экипажей насквозь. Безъ предупредительныхъ мѣръ щебеночная одежда въ этомъ состояніи подѣ дѣйствіемъ проѣзда разстраивается совершенно въ теченіе нѣсколькихъ дней. Такія размягченія шоссе называются *пучинами*, а участки, на которыхъ пучины образуются, носятъ названіе *пучистыхъ мѣстъ*.

Чтобы предупредить или по крайней мѣрѣ ослабить образованіе пучинъ, необходимо въ пучистыхъ мѣстахъ шоссе противодѣйствовать намоканію земляного полотна и ускорять его просыханіе. Съ этою цѣлью съ пучистыхъ мѣстъ шоссе особенно старательно счищаютъ грязь, спускаютъ дождевую воду и убираютъ остатки снѣга весною; кромѣ того въ такихъ мѣстахъ вырываютъ на обочинахъ *временныя воронки* (фиг. 226) для спуска воды изъ-подѣ щебеночной одежды. Обыкновенно воронкамъ даютъ ширину не менѣе 0,1 и глубину не менѣе 0,2 сажени и располагаютъ ихъ попережъ обочинъ, въ разстояніяхъ отъ 1,5 до 2 сажень одну отъ другой; на горизонтальныхъ участкахъ ихъ копаютъ нормально къ оси шоссе, а на участкахъ съ уклономъ — наклонно къ оси въ сторону ската дороги.

Временныя воронки слѣдуетъ копать позднюю осенью, предѣ наступленіемъ морозовъ, чтобы весною, при самомъ началѣ оттаиванія шоссе, онѣ уже могли дѣйствовать. Послѣ просушки полотна эти воронки необходимо старательно засыпать землею, вынутою при копани ихъ, чтобы возстановить первоначальный видъ обочинъ.

Нерѣдко и этими мѣрами не удается предупредить образованіе пучинъ; тогда для устраненія ихъ остается одно средство — перестроить въ пучистыхъ мѣстахъ шоссе щебеночную одежду заново,

и при этой перестройкѣ насыпать подѣ щебенъ слой песка толщиною не менѣе 9 дюймовъ, а слою щебня придать надлежащую выпуклость и толщину.

Размягченіе щебеночной одежды весною не ограничивается пушистыми мѣстами, но въ слабѣйшей мѣрѣ замѣчается по всему протяженію шоссе, особенно если предшествующая осень была дождливая и въ дорожное полотно впиталось много сырости. Размягченіемъ одежды иногда пользуются, чтобы возстановить потерянный щебеночнымъ слоемъ поперечный профиль и сгладить образовавшіеся въ немъ мелкія неровности; съ этой цѣлью размягченную одежду укатываютъ шоссейнымъ каткомъ, сначала по краямъ, а потомъ по срединѣ.

81. Прочистка шоссейныхъ канавъ и срѣзка обочинъ. Пыль и грязь, образующіяся на шоссе подѣ вліяніемъ проѣзда и наносимыя на него со стороны, накаплиются постепенно въ канавкахъ и на обочинахъ, вслѣдствіе чего канавы мало-по-малу суживаются и мелѣютъ, или *заплываютъ*, а обочины возвышаются, или *нарастаютъ*. Это явленіе замѣчается даже при самой тщательной очисткѣ поверхности шоссе и вызываетъ необходимость производить по временамъ прочистку канавъ и срѣзку обочинъ, для возстановленія правильного ихъ вида.

Прочистка канавъ производится обыкновенно въ концѣ лѣта и ограничивается тѣми участками шоссе, на которыхъ поперечный профиль канавъ значительно измѣнился отъ постепеннаго засоренія. Работы необходимо начинать съ низкихъ точекъ участковъ и переходить постепенно къ высокимъ, такъ какъ иначе въ случаѣ дождя вода можетъ залить очищаемыя части канавъ и помѣшать работамъ.

Чтобы придать канавамъ правильный видъ, изготовляютъ по поперечному профилю, который онѣ должны имѣть, шаблоны изъ деревянныхъ брусковъ (фиг. 227). Приступая къ прочисткѣ канавы, провѣшиваютъ и обозначаютъ колышками внѣшнее ребро земляного полотна, отъ котораго долженъ начинаться откосъ канавы. Отъ этого ребра по изготовленному шаблону вырываютъ въ канавѣ, на разстояніяхъ въ нѣсколько сажень по длинѣ ея, направляющія борозды такого вида, чтобы въ нихъ акуратно входилъ шаблонъ. Затѣмъ

натягиваютъ между направляющими бороздами шнуръ и по шнурѣ снимаютъ желѣзною лопатою съ откосовъ и дна канавы слои земли на толщину, опредѣляемую глубиною бороздъ. Вынимаемую землю выбрасываютъ на обрѣзы и тамъ собираютъ въ правильныя кучи или разравниваютъ ровнымъ слоемъ, но не ближе 1 сажени отъ ребра канавы.

Въ мѣстахъ, гдѣ можно опасаться размывовъ, раньше выемки земли изъ канавъ срѣзываютъ съ откосовъ и дна ихъ дернъ правильными четырехугольными кусками. Дернъ этотъ складываютъ травою внизъ въ сторонѣ; имъ выстилаютъ поверхность канавъ, послѣ прочистки ихъ, сплошь или въ клѣтку. Шаблоны для направляющихъ бороздъ дѣлаютъ въ такомъ случаѣ немного больше нормальнаго профиля канавъ, рассчитывая на уменьшеніе площади канавъ отъ обдерновки. При прочисткѣ канавъ съ значительнымъ уклономъ лучше не срѣзывать дерна и земли съ поверхностей канавъ на всемъ протяженіи, а ограничиваться лишь съемкой неровностей, задерживающихъ стокъ воды. Нерѣдко при прочисткѣ боковыхъ шоссе-ныхъ канавъ снимаютъ землю только съ внѣшняго откоса и дна канавъ, а внутренній откосъ сохраняютъ нетронутымъ.

Кромѣ описанной прочистки канавъ, производимой періодически, иногда приходится очищать канавы отъ случайныхъ мѣстныхъ засореній и отъ наносовъ, образующихся въ нѣкоторыхъ точкахъ канавъ послѣ проливныхъ дождей; эта работа производится по мѣрѣ необходимости и притомъ безотлагательно, чтобъ вода всегда имѣла свободный стокъ.

Отводныя канавы, идущія въ сторону отъ шоссе, необходимо осматривать не менѣе двухъ разъ въ годъ, чтобы удостовѣриться въ полной исправности ихъ. Замѣченныя засоренія должны быть устраняемы немедленно, такъ какъ при неисправности отводныхъ канавъ и боковыя не приносятъ пользы.

Срѣзка обочинъ шоссе производится подобно прочисткѣ канавъ: сначала поперекъ обочины прокапываютъ направляющія борозды въ нѣсколькихъ саженьяхъ одна отъ другой, давая подошвамъ этихъ бороздъ тотъ скатъ и то положеніе по высотѣ, какіе должна имѣть обочина въ правильномъ видѣ; затѣмъ между подошвами смежныхъ бороздъ натягиваютъ на кольяхъ шнуръ вдоль шоссе; наконецъ съ обочинъ снимаютъ желѣзной лопатою слой земли до поверхности,

опредѣляемой подошвами бороздъ и натянутымъ шнуромъ. Для правильного прорытія бороздъ употребляется шаблонъ (фиг. 228) изъ доски, у которой нижній край срѣзанъ по принятому (отъ 0,04 до 0,06) поперечному скату обочинъ, а къ верхнему краю прикрѣплена подъ прямымъ угломъ планка съ отвѣсомъ.

Срѣзка обочинъ производится въ концѣ лѣта или осенью, но прорытіе направляющихъ бороздъ нерѣдко дѣлають на нѣсколько мѣсяцевъ раньше, весною. При такомъ раздѣленіи работы, борозды приносятъ двойную пользу: кромѣ указанія поверхности срѣзки онѣ облегчаютъ стокъ воды съ шоссе въ теченіе весны и лѣта. Чтобы борозды возможно лучше удовлетворяли послѣднему назначенію, ихъ прокапываютъ сообразно съ продольными уклонами дороги, располагая нормально къ оси шоссе на горизонтальныхъ участкахъ и косвенно на уклонахъ.

Землею, снимаемую съ обочинъ, можно пользоваться для заполнения промежутковъ въ щебнѣ, рассыпаемомъ при ремонтѣ шоссе, но это допускается только въ случаяхъ, когда въ распоряженіи не имѣется другого лучшаго заполняющаго матеріала. Въ землѣ обочинъ часто заключается нѣкоторое количество щебня, случайно попавшаго туда изъ помѣщаемыхъ на обочинахъ кучъ и съ поверхности щебеночной одежды. Этотъ щебень необходимо тщательно отдѣлять отъ земли и сохранять для ремонта шоссе.

82. Оправка и загражденіе шоссейныхъ обочинъ. На нѣкоторыхъ шоссе съ широкимъ землянымъ полотномъ допускается въ сухое время года проѣздъ легкихъ экипажей по обочинамъ. Въ такомъ случаѣ обочины, служа лѣтнимъ путемъ, повреждаются и выбиваются проѣздомъ, такъ что поверхность ихъ дѣлается неровною и вогнутою. Поврежденныя обочины необходимо по временамъ оправлять для восстановленія ихъ поперечнаго ската и ровной поверхности.

Оправка обочинъ состоитъ въ томъ, что съ внѣшняго края *AB* обочины (фиг. 229) снимають желѣзною лопатою по шнуру землю, поднявшуюся горбомъ и засыпають этой землею углубленія, выбитыя проѣздомъ на полосу *BC*, затѣмъ поверхность обочины акуратно выравниваютъ и насыпанную землю утрамбовываютъ. Если для заполнения углубленій не хватаетъ земли, снимаемой съ края обочины, то въ добавокъ берутъ или отвердѣвшую грязь, счищенную съ

шоссе и собранную въ кучи на обрѣзахъ, или землю отъ прочистки канавъ, или грунтъ изъ резервовъ.

Эту работу приходится производить нѣсколько разъ въ годъ, но во всякомъ случаѣ поврежденія обочинъ, затрудняя стокъ воды съ проѣзжей части, способствуютъ разстройству щебеночной одежды и мѣшаютъ содержанію шоссе въ исправности. Поэтому ѣзда по обочинамъ разрѣшается лишь на нѣкоторыхъ линіяхъ шоссе въ видѣ исключенія, обыкновенно же проѣздъ по обочинамъ не допускается.

При поставкѣ значительнаго количества матеріала для ремонта шоссе расположеніе кучъ щебня на обочинахъ достаточно препятствуетъ ѣздѣ по нимъ. Если же обочины остаются на нѣкоторое время безъ ремонтнаго матеріала, или мало заставлены кучами щебня, то для охраны обочинъ отъ поврежденій приходится *заграждать* ихъ.

Способы загражденія обочинъ зависятъ отъ мѣстныхъ условій; самый простой изъ нихъ состоитъ въ забивкѣ *кольевъ* на обочинахъ. Коля, толщиною въ 1,5 вершка и длиною въ 0,33 сажени, забиваются въ грунтъ обочинъ на половину длины, поперечными рядами, помѣщенными въ шахматномъ порядкѣ (фиг. 230), то на одной, то на другой обочинѣ, по два или по три кола въ каждомъ ряду. Разстояніе между поперечными рядами принимается отъ 4 до 15 сажень; чѣмъ сильнѣе проѣздъ и чѣмъ слабѣе шоссе, тѣмъ меньше должно быть это разстояніе. Коля забиваются такъ, чтобы они торчали надъ поверхностью шоссе всѣ на одинаковую высоту и чтобы они стояли поперекъ шоссе по прямымъ линіямъ, а вдоль шоссе по линіямъ, параллельнымъ оси дороги.

Этотъ способъ загражденія обочинъ обходится дешево при введеніи, но требуетъ ежегодныхъ расходовъ на возобновленіе сломанныхъ, вырванныхъ и сгнившихъ колеевъ. Иногда для лучшаго прегражденія обочинъ коля каждого ряда заплетаютъ плетнемъ изъ хвороста, или же кладутъ поперекъ обочинъ тонкія жерди и прибиваютъ ихъ къ землѣ двойными наклонными кольями (фиг. 231).

Нерѣдко загражденіе обочинъ дѣлается посредствомъ *барьерныхъ камней*, устанавливаемыхъ на обочинахъ при самомъ устройствѣ шоссе. Камни эти (фиг. 232), высотой около 0,25 сажени, зарываются въ землю на половину высоты, располагаются на обочинахъ въ шахматномъ порядкѣ и по временамъ выбѣливаются извѣстью. Этотъ способъ примѣненъ у насъ на шоссеиныхъ дорогахъ

Привислинскаго края; онъ очень удобенъ, обходится довольно дорого при устройствѣ, но зато не вызываетъ почти никакихъ расходовъ въ послѣдствіи.

Можно заграждать обочины посредствомъ прорытія въ нихъ поперечныхъ воронокъ, или посредствомъ насыпки на нихъ поперечныхъ земляныхъ валиковъ. Оба эти способа—дешевы, но неудобны: воронки и валики не вполне предохраняютъ обочины отъ порчи проѣздомъ, а видъ ихъ безобразитъ шоссе, особенно при посредственномъ ремонтѣ.

83. Выравниваніе поверхности щебеночной одежды и поливка шоссе. Подъ дѣйствіемъ проѣзда и атмосферныхъ дѣятелей щебеночная одежда изнашивается вообще неравномѣрно, отчего на поверхности ея образуются разнаго рода неровности. Когда неровности эти достигаютъ замѣтныхъ размѣровъ, щебеночную одежду исправляютъ засыпкой углубленій новымъ щебнемъ, какъ это будетъ объяснено ниже, въ одномъ изъ слѣдующихъ параграфовъ. Здѣсь же укажемъ на тѣ мѣры, которыя принимаются при содержаніи шоссе, чтобы предотвратить увеличеніе неровностей щебеночной одежды и сгладить ихъ въ самомъ началѣ, безъ употребленія щебня.

Когда на поверхности шоссе начинаютъ показываться колеи, вслѣдствіе прохода цѣлаго ряда экипажей по однимъ и тѣмъ же слѣдамъ, нерѣдко удается выровнять поверхность шоссе просто частымъ сметаніемъ пыли и счисткой грязи для уничтоженія ясно обозначившихся слѣдовъ колесъ.

При неудачѣ этого способа иногда прибѣгаютъ къ направленію проѣзда посредствомъ *временныхъ загражденій* изъ камней. Съ этой цѣлью заготавливаютъ на томъ участкѣ, на которомъ предполагаютъ примѣнить загражденія, камни, длиною около 20 и толщиною около 7 дюймовъ, по возможности неокругленной формы, примѣрно по 6 штукъ на каждыя 40 сажень. Камни эти выбѣливаютъ известью и укладываютъ въ видѣ поперечныхъ рядовъ, длиною около 0,75 сажени, у краевъ щебеночной одежды попеременно съ одной и другой стороны (фиг. 233); ряды располагаются на разстояніяхъ около 20 сажень одинъ отъ другого и состояются каждый изъ 3 камней. Подъ вліяніемъ загражденій *a* экипажи направляются по слабоизвилистой линіи *АА*. Черезъ нѣкоторое время камни перекладыв-

ваются на другую сторону щебеночной одежды для образованія загражденій a' (фиг. 233), отъ вліянія которыхъ движеніе экипажей переходитъ на линію $A'A'$, симметричную и пересѣкающуюся съ первой. Далѣе камни снова перекладываются на другую сторону, но не на прежнее мѣсто, а въ ряды b , отстоящіе отъ рядовъ a сажени на 2 (фиг. 234); при слѣдующей же перекладкѣ они помѣщаются въ ряды b' . Такимъ образомъ продолжаютъ работу до тѣхъ поръ, пока каждый рядъ не передвинется вдоль всего своего участка въ 20 сажень, а затѣмъ производятъ перекладку въ обратномъ направленіи, помѣщая ряды камней на новыя мѣста.

Въ результатѣ щебеночная одежда подвергается дѣйствию проѣзда по множеству извилистыхъ линій на всей ширинѣ, вслѣдствіе чего изнашиваніе ея дѣлается равномернымъ и появившіяся колеи уничтожаются. При производствѣ этой работы безусловно необходимо соблюденіе двухъ условій: 1) чтобы ширина свободной полосы между концами рядовъ (фиг. 235) была не менѣе 0,5 сажени и 2) чтобы всѣ камни передъ наступленіемъ сумерокъ снимались съ проѣзжей части и укладывались до разсвѣта на обочины.

Иногда располагаютъ временныя загражденія такъ, чтобъ попеременно съ той и съ другой стороны было по нѣсколько рядовъ камней (фиг. 236), что удобнѣе для проѣзда. Время отъ одной перекладки камней до другой зависитъ отъ погоды, времени года, силы проѣзда и другихъ мѣстныхъ условій; если проѣздъ не очень силенъ, а щебеночная одежда не размягчена дождями или оттепелью, то камни оставляются безъ перекладки въ теченіе цѣлаго дня.

Способъ временныхъ загражденій приводитъ къ хорошимъ результатамъ только при дѣятельномъ движеніи по шоссе и при большомъ числѣ постоянныхъ рабочихъ. Въ другихъ случаяхъ представляется болѣе цѣлесообразнымъ способъ выравниванія поверхности шоссе мелкими разсыпками щебня; онъ заключается въ томъ, что на шоссе дѣлаютъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ небольшія разсыпки новаго щебня для заполненія появившихся въ щебеночной одеждѣ углубленій, причемъ такъ избираютъ мѣста разсыпокъ, что заставляютъ проѣздъ проходить по желаемымъ линіямъ вдоль шоссе.

Мелкія выбоины, образующіяся на поверхности щебеночной одежды, можно мало-по-палу уменьшить и даже совершенно уничтожить искуснымъ производствомъ очистки шоссе. Для достиженія

этого рабочіе, при очисткѣ шоссе отъ пыли и грязи, сильно нажимаютъ метлами, щетками или скребками на мѣста шоссе, кажушіяся выступами, и проводятъ этими инструментами возможно легче по выбоинамъ, оставляя въ углубленіяхъ крупнѣйшія зерна счищаемой мелочи. Этимъ способомъ искусные рабочіе въ нѣкоторыхъ случаяхъ выравниваютъ поверхность шоссе и приводятъ ее къ нормальному виду. Такого же результата иногда удается достигнуть трамбованіемъ или укаткой неровной щебеночной одежды во время размягченія ея осенью, при продолжительныхъ дождяхъ, или весною, при оттаиваніи шоссе.

Къ работамъ по выравниванію поверхности щебеночной одежды относятся также уничтоженіе зубьевъ и уборка катающагося щебня. Зубья образуются на поверхности шоссе вслѣдствіе того, что очень крупныя щебенки, попавшія въ щебеночную одежду при устройствѣ ея, или же камни основанія, поднимаясь вверхъ, выходятъ наружу. Чтобы уничтожить зубья, разбиваютъ на части молоткомъ образующія ихъ крупныя щебенки и камни, или же сбиваютъ выступающія верхушки ихъ. Эту работу необходимо производить немедленно по появленіи зубьевъ, потому что иначе рядомъ съ зубьями, отъ ударовъ колесъ, образуются на поверхности шоссе выбоины.

Катающійся щебень появляется на поверхности шоссе отъ выбиванія щебенокъ изъ слоя копытами лошадей; отъ присутствія этого щебня на шоссе проѣздъ дѣлается безпокойнымъ и раздробленіе каменнаго матеріала въ щебеночной одеждѣ увеличивается. Поэтому катающійся щебень слѣдуетъ убирать съ поверхности шоссе и возвращать щебенки на тѣ мѣста, изъ которыхъ онѣ выбиты, или собирать ихъ въ маленькія кучи на обочинахъ; эта работа производится обыкновенно во время очистки шоссе отъ пыли и грязи.

Поливка водою представляется необходимостью на участкахъ шоссе, пролегающихъ по городамъ или въ окрестностяхъ городовъ, въ сухое и жаркое время; въ нѣкоторыхъ, исключительныхъ случаяхъ она бываетъ весьма полезною и на участкахъ шоссе внѣ городовъ. На городскихъ шоссе поливка дѣлается съ тою цѣлю, чтобы уличная пыль не поднималась въ воздухъ; на шоссе внѣ городовъ поливкой водою можно устранить разрыхленіе щебеночной одежды изъ кремнистаго матеріала, происходящее отъ сильнаго высыханія шоссе во время жаровъ.

Въ большихъ городахъ, для поливки шоссе по тѣмъ улицамъ, вдоль которыхъ проложены водопроводныя трубы, пользуются гутаперчевыми рукавами, привинчиваемыми къ уличнымъ водопроводнымъ кранамъ. Вода, входящая въ поливальный рукавъ подъ напоромъ, выбрасывается струей черезъ металлическій наконечникъ его на поверхность шоссе, причемъ посредствомъ передвиганія рукава можно полить любое мѣсто улицы, если только длина рукава соответствуетъ разстоянію между уличными кранами. При отсутствіи водопроводныхъ крановъ, для поливки шоссе употребляются деревянные или желѣзныя бочки на двухколесныхъ или четырехколесныхъ телѣгахъ. Къ бочкѣ прикрѣплена сзади горизонтальная металлическая трубка, изъ которой налитая въ бочку вода вытекаетъ черезъ большое число мелкихъ отверстій; часто эту трубку дѣлаютъ согнутой по дугѣ, вогнутость которой обращена къ бочкѣ, вслѣдствіе чего ширина поливаемой полосы получается больше длины трубки.

84. Содержаніе зимняго пути, расчистка снѣжныхъ заносовъ и постановка защитъ отъ заносовъ. Зимой шоссейныя дороги покрываются снѣгомъ, по которому устанавливается сообщеніе на саяхъ. Чтобы облегчить и сдѣлать удобнымъ это сообщеніе, вдоль шоссе производятся работы по содержанію зимняго пути.

Въ открытой мѣстности нѣкоторые участки шоссе такъ засыпаются снѣгомъ, что теряется всякій слѣдъ дорожнаго полотна. Для указанія пути вдоль такихъ участковъ, на разстояніяхъ отъ 15 до 25 сажень, по краямъ обочинъ ставятся *указательныя вѣхи*; такія же вѣхи устанавливаются въ точкахъ пересѣченія шоссе съ другими дорогами, по двѣ вѣхи по сторонамъ cadaго сѣзда. Чаще всего эти вѣхи на рубаютъ изъ молодыхъ хвойныхъ деревьевъ, длиною отъ 2 до 3 сажень, оставляя на нихъ несрубленными верхнія вѣтки; иногда, если хвойнаго лѣса нѣтъ вблизи шоссе, вѣхи дѣлаютъ изъ кольевъ, насаживая на верхушки ихъ метлы или пучки соломы. Постановка вѣхъ производится поздней осенью, чтобы при первыхъ выпадахъ снѣга и мятеляхъ обозначеніе пути было готово. Въ указательныхъ вѣхахъ совершенно нѣтъ надобности только на тѣхъ шоссе, вдоль которыхъ поставлены телеграфныя столбы.

Зимнимъ путемъ служить покрытая снѣгомъ полоса дороги, ши-

риною отъ 2 до 3 сажень. Для удобства саннаго проѣзда снѣгъ на этой полосѣ долженъ лежать ровнымъ и не очень толстымъ слоемъ; поэтому содержаніе зимняго пути заключается главнымъ образомъ въ выравниваніи проѣзжей полосы и въ освобожденіи ея отъ лишняго снѣга.

Выравниваніе проѣзжей полосы производится либо провозомъ *снѣгового треугольника* (фиг. 237), либо въ ручную. Устройство снѣгового треугольника очень просто. Бока треугольника состоятъ изъ двухъ рядовъ досокъ *A*, длиною около 3 сажень и толщиною въ 4 дюйма, поставленныхъ одна на другую на шипы и связанныхъ шпонками. Спереди бока треугольника прикрѣпляются къ стойкѣ *B* и образуютъ вершину, которая оковывается снаружы желѣзнымъ листомъ; сзади бока связываются поперечиною *C*, а снизу подбиваются желѣзными полосками. Черезъ обоймицу, прикрѣпленную къ вершинѣ треугольника, проходитъ дышло *D*, задній конецъ котораго привязывается къ поперечной вагѣ *E*, вдѣланной въ бока. Выступающіе концы ваги соединены съ поперечнымъ брускомъ, къ которому прикрѣпляются постромки *F* для запряжки лошадей, а за вагою уложена на бокахъ доска *G*, служащая сидѣньемъ для погонщика. Дышло въ треугольникѣ нужно для того, чтобы онъ шелъ ровно по направленію тяги и не отскакивалъ въ стороны, какъ это случается при однихъ постромкахъ. Для провоза треугольника требуется отъ 4 до 8 лошадей; сверхъ того при немъ должны находиться 2 или 3 рабочихъ, чтобы при встрѣчѣ съ проѣзжающими санями освобождать путь, опрокидывая треугольникъ на-бокъ, и вообще управлять движеніемъ прибора. Ширина треугольника дѣлается отъ 2 до 3 сажень, чтобы онъ сразу захватывалъ всю проѣзжую полосу зимняго пути.

Посредствомъ провоза треугольника можно выравнивать проѣзжую полосу только въ томъ случаѣ, когда зимній путь сталъ неровнымъ отъ мятелей. Свѣжій снѣгъ, навѣянный во время мятели въ видѣ сугробовъ и неуспѣвшій еще осѣсть и окрѣпнуть подъ проѣздомъ, частью разравнивается треугольникомъ, частью сгребается и откидывается имъ по сторонамъ проѣзжей полосы. Когда же неровности на проѣзжей полосѣ образовались отъ постепеннаго дѣйствія проѣзда, то для уничтоженія ихъ приходится обращаться къ ручной работѣ.

Раскаты, колеи, выбоины и ступени, появляющіеся въ зимнемъ пути подъ дѣйствіемъ проѣзда, слѣдуетъ стараться заравнивать въ самомъ началѣ, потому что число и размѣръ этихъ неровностей быстро увеличивается вслѣдъ за появленіемъ ихъ. Раскаты и ступени срубаются киркою, а колеи и выбоины заполняются снѣгомъ помощью лопаты.

Для срѣзки ступеней, образующихся въ зимнемъ пути часто на большихъ протяженіяхъ, инженеромъ Стремоуховымъ придумана *снѣговая борона*, приводимая въ дѣйствіе силою лошадей и облегчающая работу выравниванія зимняго пути. Главная часть снѣговой бороны (фиг. 238)—деревянная треугольная рама *A*, къ боковымъ брусамъ которой прикрѣплены стальные зубья *B*, по 7 зубьевъ къ каждому брусу. Посредствомъ 3 болтовъ *C* съ винтовой нарѣзкой и гайками въ верхней части, деревянной дуги *D* и гаечныхъ закрѣпъ *E* рама *A* соединена съ полозьями *F*, связанными спереди поперечнымъ брусомъ. Посредствомъ 2 желѣзныхъ тяжей *G* къ рамѣ съ зубьями прикрѣплена вага *H*, къ которой при помощи оглобель и вальковъ припрягаются 3 лошади для перемѣщенія бороны. Рамѣ съ зубьями можно придать любое положеніе по высотѣ, вращая гайки на болтахъ *C* въ ту или другую сторону; при работѣ бороною высота подъема рамы сообразуется съ глубиною впадинъ въ зимнемъ пути, при простой же перевозкѣ бороны рама приподнимается настолько, чтобы зубья совсѣмъ не касались поверхности пути. При провозѣ бороны вдоль пути зубья срѣзываютъ бугры ступеней, и срѣзанный снѣгъ сваливается во впадины между буграми. Для уничтоженія ступеней борону нужно провезти не менѣе 2 разъ по одному мѣсту; при каждомъ проходѣ она срѣзываетъ ступени лишь на полосѣ шириною въ 0,5 сажени. Срѣзка ступеней бороною обходится вдвое дешевле ручной работы и производится быстро даже при сильномъ движеніи по дорогѣ, такъ какъ провозу бороны нисколько не мѣшаетъ проѣздъ. Стоимость такой бороны—около 75 рублей.

Нерѣдко снѣгъ при обильныхъ выпадахъ покрываетъ зимній путь толстымъ рыхлымъ слоемъ. Прежде чѣмъ снѣгъ этотъ успѣетъ осѣсть и сплотиться, излишнюю часть слоя счищаютъ съ проѣзжей полосы посредствомъ треугольника. Однимъ треугольникомъ въ теченіе сутокъ можно считать съ проѣзжей полосы слой рых-

лаго снѣга, толщиною отъ 6 до 12 дюймовъ, на протяженіи около 15—20 верстъ.

Послѣ провоза треугольника, по сторонамъ проѣзжей полосы остаются валы откинутого имъ снѣга. Въ открытыхъ мѣстахъ валы эти необходимо раскидывать немедленно вслѣдъ за провозомъ треугольника, чтобы они не задерживали приносимаго вѣтромъ снѣга на проѣзжей полосѣ.

Во время мятелей, на нѣкоторыхъ участкахъ шоссе въ открытой мѣстности, снѣгъ наносится на зимній путь огромными сугробами. Такихъ сугробовъ, или *снѣжныхъ заносовъ*, нельзя разчистить провозомъ треугольника; ихъ приходится расчищать вручную лопатами. Ручная расчистка заносовъ обходится очень дорого, а сильныя вьюги нерѣдко въ короткое время уничтожаютъ трудъ нѣсколькихъ тысячъ рукъ, занося путь снова. Вьюги и мятели нерѣдко продолжаютъ дня два и болѣе, а послѣ нихъ требуется еще нѣсколько дней для проложенія пути вновь; на все это время проѣздъ по дорогѣ прекращается, такъ что при одной ручной расчисткѣ заносовъ содержаніе зимняго пути не только дорого, но и неисправно. Поэтому расчистка снѣга вручную примѣняется лишь въ случаѣ крайней необходимости, а устраненіе снѣжныхъ заносовъ достигается установкою по сторонамъ дороги огражденій или защитъ.

Защиты отъ снѣжныхъ заносовъ ставятся вдоль участковъ шоссе, сильно заносимыхъ снѣгомъ во время мятелей. Участки шоссе въ открытой мѣстности, составляющіе переходъ отъ выемокъ къ насыпямъ и пролегающіе малыми выемками, малыми насыпями или по косогорамъ, особенно нуждаются въ защитахъ. Защиты располагаются въ большинствѣ случаевъ съ одной стороны дороги, со стороны господствующаго зимою вѣтра, рѣже съ обѣихъ сторонъ. Ихъ ставятъ въ нѣкоторомъ разстояніи отъ проѣзжей полосы; разстояніе это должно быть не болѣе 15 и не менѣе 10 сажень. При болѣемъ разстояніи дѣйствіе защитъ слабо, а при меньшемъ—снѣгъ, ложась за защитами, достигаетъ проѣзжей полосы.

Къ постановкѣ защитъ приступаютъ въ началѣ зимы, послѣ первыхъ значительныхъ выпадовъ снѣга. Пользуясь оттепелью, на обрѣзахъ шоссе накладываютъ изъ снѣга продольные валы, шириною отъ 0,5 до 1 сажени въ основаніи (фиг. 239), и по гребнямъ валовъ втыкаютъ въ снѣгъ сплошные ряды хвойныхъ вѣтокъ, лучше всего

еловыхъ, длиною отъ 0,7 до 1 сажени. Эти вѣтки нарубаются заблаговременно, складываются въ кучи и нагружаются сверху бревнами или камнемъ; пролежавъ нѣсколько времени подъ нагрузкой, онѣ распластываются, вслѣдствіе чего дѣлаются болѣе пригодными для образованія сплошного ряда и болѣе устойчивыми подъ дѣйствіемъ вѣтра.

Во время мятелей снѣгъ, задерживаясь защитами, мало-по-малу засыпаетъ еловые вѣтки; поэтому для восстановленія дѣйствія защиты сказанныя вѣтки необходимо по временамъ, раза два или три въ зиму, вытаскивать изъ снѣга и вновь устанавливать въ рядъ по гребнямъ снѣжныхъ валовъ. Каждый разъ при такой перестановкѣ вѣтокъ возвышаютъ валы, накидывая на нихъ снѣгъ, или накладывая на верхушки ихъ *кабаны* изъ снѣга; это дѣлается съ тою цѣлью, чтобы рѣже приходилось переставлять вѣтки. Въ безлѣсныхъ мѣстностяхъ защиты отъ заносовъ устраиваютъ изъ драневыхъ щитовъ, которые ставятся по гребнямъ снѣжныхъ валовъ подобно хвойнымъ вѣткамъ.

Вмѣсто временныхъ защитъ отъ снѣжныхъ заносовъ, полезно устраивать, гдѣ представляется возможность, постоянныя защиты изъ деревьевъ, посаженныхъ густо въ одинъ или нѣсколько рядовъ по внѣшнимъ краямъ обрѣзовъ; такія защиты называются *живыми изгородями*.

85. Весенняя очистка шоссе и застилка пучистыхъ мѣстъ хворостомъ. При наступленіи весны, на шоссе необходимо принимать мѣры къ облегченію стока съ дорожного полотна воды, образующейся отъ таянія снѣга и льда, а также къ скорѣйшему и равномерному удаленію послѣднихъ.

Съ этою цѣлью, въ снѣжныхъ сугробахъ, наваленныхъ по бокамъ проѣзжей полосы при расчисткѣ зимняго пути, продѣлываютъ *прорывы* черезъ каждыя 5 сажень, а по линіямъ боковыхъ и отводныхъ канавъ и въ отверстіяхъ мостовъ и трубъ прокапываютъ въ снѣгу *кюветы*, соображая размѣры ихъ съ ожидаемымъ протокомъ воды. Въ случаѣ заноса прорывовъ и кюветовъ снѣгомъ, ихъ очищаютъ снова, чтобы вода не застаивалась ни на полотнѣ, ни въ канавахъ, ни передъ мостовыми сооруженіями.

Чтобы сдѣлать таяніе сплотногаго проѣздомъ снѣга равномер-

нымъ и сохранить вмѣстѣ съ тѣмъ еще на нѣкоторое время зимній путь, поверхность проѣзжей полосы очищаютъ отъ накопившагося на ней въ теченіе зимы навоза. Эта работа производится или вручную помощью лопатъ, скребковъ и метель, или посредствомъ провоза *уравнителя Вебера*.

Уравнитель Вебера (фиг. 240) состоитъ изъ деревяннаго бруса *A*, къ которому прикрѣпленъ снизу ножъ *B* изъ толстаго листового желѣза; брусъ окованъ по краямъ желѣзными полосами, а спереди тонкимъ листомъ, и соединенъ съ желѣзными серъгами *C* и наклонными рукоятками *D*. Для провоза по дорогѣ уравнитель прикрѣпляется помощью серегъ и цѣпей къ передку обыкновенной телѣги, въ который запрягается лошадь. Одной изъ соединительныхъ цѣпей придана длина въ 1 саж., а другой—въ 0,6 сажени, вслѣдствіе чего уравнитель движется по поверхности дороги въ наклонномъ положеніи и сгребаеъ навозъ или снѣгъ въ одну сторону. Для управленія уравнителемъ служатъ рукоятки *D*, посредствомъ которыхъ можно сообщать брусу *A* надлежащее положеніе и прижимать его къ поверхности дороги. Для работы уравнителемъ требуется одна лошадь, погонщикъ при ней и рабочій у рукоятей. Счищая съ поверхности дороги навозъ, уравнитель вмѣстѣ съ тѣмъ и выравниваетъ зимній путь, такъ какъ при надлежащемъ подниманіи и опусканіи рукоятей ножъ уравнителя срѣзываетъ верхушки снѣжныхъ бугровъ, и срѣзанный снѣгъ сваливается во впадины пути.

Съ наступленіемъ теплаго времени, когда щелебная одежда начинаетъ обнажаться изъ-подъ снѣга и санный путь дѣлается невозможнымъ, шоссе во всю ширину дорожнаго полотна очищаютъ отъ оставшагося на немъ снѣга и льда, чтобы скорѣе привести дорогу въ состояніе, удобное для лѣтней ѣзды; при этомъ ледяной черепъ съ проѣзжей части скалываютъ кирками и ломami, а рыхлый снѣгъ съ обочинъ снимаютъ лопатами. Болѣе всего необходима эта работа на участкахъ шоссе, пролегающихъ въ выемкахъ и потому менѣе подверженныхъ дѣйствию солнца и вѣтра.

Само собою разумѣется, что вмѣстѣ съ очисткой полотна очищаютъ отъ снѣга и льда канавы, отверстія трубъ и русла подъ мостами, чтобы дать водѣ, образующейся при оттаиваніи и очисткѣ шоссе, свободный стокъ. Снѣгъ и ледъ, снятые съ полотна и вы-

нутые изъ канавъ, выбрасываются обыкновенно на обрѣзы и тамъ растаиваютъ подъ дѣйствіемъ лучей солнца; только съ городскихъ участковъ приходится свозить ихъ за предѣлы городовъ.

Какъ было уже объяснено выше, въ параграфѣ 80, при оттаиваніи дорожнаго полотна, на нѣкоторыхъ участкахъ шоссе нерѣдко образуются *пучины*. Размягченная щебеночная одежда въ мѣстахъ пучинъ легко прорѣзывается колесами проѣзжающихъ экипажей до грунта, причемъ щебень смѣшивается съ землей и являются такія поврежденія шоссе, которыя уже потомъ трудно исправить. Чтобы предохранить шоссе отъ этихъ поврежденій, пучистыя мѣста немедленно по удаленіи ледяного черепа и снѣга *застылаются* на нѣкоторое время *хворостомъ*. Застылку эту дѣлаютъ изъ ровнаго и нетолстаго хвороста, укладывая его поперекъ проѣзда, плотно и ровнымъ слоемъ, чтобы движеніе по застылкѣ было не очень затруднительно.

Часто для застылки пучистыхъ мѣстъ пользуются хвойными вѣтками, служившими зимою для устройства защиты отъ заносовъ. Съ этою цѣлью, при наступленіи весеннихъ оттепелей, хвойныя вѣтки вынимаютъ изъ снѣжныхъ валовъ и свозятъ ихъ къ тѣмъ мѣстамъ шоссе, въ которыхъ ожидаютъ образованія пучинъ. Мѣста эти необходимо заблаговременно обозначать колышками, пользуясь наблюденіями надъ состояніемъ шоссе за нѣсколько лѣтъ. Хвойныя вѣтки слабо сопротивляются дѣйствию проѣзда и скоро раздробляются на мелкія части; поэтому при значительномъ движеніи застылку шоссе хвойнымъ хворостомъ необходимо возобновлять каждые два или три дня. При возобновленіи застылки соръ отъ разбитыхъ вѣтокъ убираютъ съ шоссе, очищаютъ пучистое мѣсто отъ грязи и къ старому хворосту добавляют потребное количество новыхъ вѣтокъ.

Березовый, ивовый или ольховый хворостъ держится подъ проѣздомъ гораздо лучше, такъ что его, разъ положивъ въ застылку, можно не снимать до просушки щебеночной одежды. Поэтому, при заботливомъ содержаніи шоссе, для застылки пучистыхъ мѣстъ заготавливаютъ въ теченіе зимы березовыя, ивовыя или ольховыя вѣтки. Время, въ продолженіе котораго нужно оставлять застылку на шоссе, зависитъ отъ состоянія погоды и отъ мѣстныхъ условій и вообще колеблется отъ 2 до 3 недѣль. По просушкѣ шоссе хворостъ собираютъ въ кучи на обрѣзахъ и сжигаютъ.

86. Ремонтное исправленіе шоссе. Работы по ремонтному содержанію шоссе, описанныя выше въ параграфахъ 79—85, служатъ для устраненія причинъ, вызывающихъ или усиливающихъ разрушеніе щебеночной одежды, и для поддержанія поверхности шоссе въ чистомъ и гладкомъ состояніи, наиболѣе удобномъ для движенія; при производствѣ ихъ почти совершенно не требуется новыхъ матеріаловъ. Между тѣмъ шоссе подъ дѣйствіемъ проѣзда и атмосферныхъ дѣтелей изнашивается, то есть постепенно теряетъ заключающійся въ немъ каменный матеріалъ, удаляемый съ дороги подъ видомъ пыли и грязи; производствомъ описанныхъ работъ можно до извѣстной степени уменьшить эту потерю, но возстановить ее очевидно нельзя. Поэтому для предотвращенія окончательнаго разстройства шоссе необходимо производство еще другихъ работъ, ведущихъ къ исправленію шоссе, то есть къ замѣнѣ теряемаго дорожного каменнаго матеріала новымъ.

Заслуживаетъ особаго вниманія то, что вообще чѣмъ больше затрачивается труда на *ремонтное содержаніе*, тѣмъ менѣе требуется каменнаго матеріала для *ремонтнаго исправленія* шоссе, такъ что усиленіе описанныхъ выше работъ до извѣстной степени приводитъ къ уменьшенію общихъ расходовъ на ремонтъ шоссе. Это обстоятельство особенно важно для русскихъ шоссеиныхъ дорогъ, потому что у насъ въ большинствѣ случаевъ каменный матеріалъ очень дорогъ, а рабочій трудъ дешевъ.

Изнашивание шоссе проявляется уменьшеніемъ толщины щебеночной одежды, которое бываетъ равномернымъ или неравномернымъ. При равномерномъ уменьшеніи толщины щебеночной одежды изнашивание шоссе не представляетъ препятствія движенію и обнаруживается только постепеннымъ возвышеніемъ обочинъ и уменьшеніемъ выпуклости, такъ какъ середина шоссе болѣе краевъ подвергается дѣйствию проѣзда; каменный матеріалъ теряется въ этомъ случаѣ главнымъ образомъ отъ стиранія поверхности щебеночной одежды. Когда же толщина щебеночной одежды уменьшается отъ изнашивания неравномерно, то поверхность шоссе покрывается неровностями, сильно затрудняющими движеніе, такъ какъ отъ присутствія ихъ сопротивленіе экипажей тягѣ значительно увеличивается; въ этомъ случаѣ потеря каменнаго матеріала отъ изнашивания гораздо больше, чѣмъ въ предыдущемъ, потому что неровности

пути вызывают удары колесъ о поверхность шоссе и отдѣленіе щебенки отъ плотнаго щебеночнаго слоя, а вмѣстѣ съ тѣмъ сильное раздробленіе и раздавливаніе щебня. Поэтому съ цѣлью сокращенія потери матеріала отъ изнашиванія слѣдуетъ предупреждать и устранять образованіе неровностей; это достигается частью описанными выше работами ремонтнаго содержанія, частью своевременнымъ производствомъ ремонтнаго исправленія шоссе.

Для ремонтнаго исправленія шоссе, то есть для восполненія теряемаго имъ каменнаго матеріала, необходимо добавлять къ щебеночной одеждѣ новаго щебня. Это добавленіе новаго щебня дѣлается двумя различными способами ремонта. Одинъ способъ, называемый *способомъ разсыпки щебня по частямъ*, или *частнымъ ремонтомъ*, заключается въ томъ, что изнашиваніе щебеночной одежды восполняется новымъ щебнемъ постепенно и малыми частями. Примѣняя этотъ способъ, рассыпаютъ щебень изо дня въ день на отдѣльныхъ площадкахъ шоссе небольшой величины. Основаніемъ этого способа служить важное условіе своевременности производства работъ.

Другой способъ, носящій названіе *способа сплошныхъ розсыпей*, или *сплошного ремонта*, состоитъ въ томъ, что убыль щебеночной одежды отъ изнашиванія пополняется періодически разсыпкой щебня сплошь по всей проѣзжей части шоссе на значительномъ протяженіи и въ такомъ количествѣ, какое нужно для утолщенія щебеночной одежды до опредѣленной толщины. Примѣняя этотъ способъ, даютъ щебеночной одеждѣ изнашиваться до тѣхъ поръ, пока толщина ея не достигнетъ нѣкотораго предѣла.

Каждый изъ этихъ способовъ ремонта представляетъ свои достоинства и недостатки, и потому обыкновенно не отдають ни тому, ни другому исключительнаго предпочтенія, а примѣняютъ для ремонтнаго исправленія шоссе оба способа, или нѣкоторую комбинацію ихъ. При этомъ степень примѣнимости того и другого способа опредѣляется мѣстными условіями и объясняемыми ниже особенностями обоихъ способовъ.

87. Способъ разсыпки щебня по частямъ, или частный ремонтъ шоссе. При частномъ ремонтѣ шоссе, нужный для поддержанія одежды щебень рассыпаютъ по поверхности ея на отдѣльныхъ небольшихъ площадкахъ, въ теченіе значительной части года. Самое лучшее

время для производства этой работы—сырая погода, когда щебеночная одежда бывает немного размягчена и потому скорѣе и лучше соединяется съ рассыпаемымъ щебнемъ. Въ сухую погоду рассыпаемый щебень сплотняется съ большимъ трудомъ и образуетъ на твердой поверхности одежды новый слой, щебенки котораго легко раздавливаются подъ тяжестью колесъ; поэтому къ разсыпкѣ щебня въ сухую погоду прибѣгаютъ только для заделки образовавшихся въ щебеночной одеждѣ глубокихъ ямокъ, съ цѣлью предупредить быстрое увеличеніе ихъ подъ дѣйствіемъ проѣзда.

Разсыпку щебня при частномъ ремонтѣ дѣлаютъ главнымъ образомъ по выбоинамъ, ямкамъ, пробойнамъ, колеямъ и другимъ углубленіямъ, образующимся на шоссе подъ дѣйствіемъ проѣзда. Мѣста мелкихъ углубленій въ щебеночномъ слоѣ легко замѣтить во время дождя, по появляющимся на проѣзжей части шоссе водостоямъ.

Мѣста предполагаемой разсыпки щебня тщательно очищаются отъ пыли и грязи и потомъ вскирковываются. Кирковка производится слѣдующимъ образомъ (фиг. 241): по внѣшнему обводу избраннаго мѣста выбиваютъ киркою въ щебеночной одеждѣ непрерывную борозду отъ 1,5 до 2,5 дюймовъ глубиною; затѣмъ взрываютъ киркою легко, на небольшую глубину съ поверхности, всю площадку, ограниченную бороздою, въ особенности же болѣе возвышенныя части ея и углы. При выбивкѣ борозды лучше всего держаться прямыхъ линій, параллельныхъ и перпендикулярныхъ къ оси шоссе, и слѣдовательно пересѣкающихся подъ прямыми углами. Передъ кирковкой полезно размягчать щебеночную одежду поливкою водою.

Матеріаль, отдѣляемый отъ шоссе при кирковкѣ, сметають со вскиркованнаго мѣста и собирають въ кучу тупою метлою, грохотятъ на частомъ грохотѣ и оставляють у исправляемаго мѣста для употребленія въ добавокъ къ новому щебню.

Затѣмъ на вскиркованныя мѣста насыпають щебень, подвозимый на тачкахъ изъ ближайшихъ, ранѣе заготовленныхъ на обочинахъ кучъ. По насыпкѣ щебня, его разравнивають граблями, стараясь самыя крупныя щебенки сгрести къ срединамъ засыпаемыхъ площадокъ, а самыя мелкія оставить по краямъ ихъ; это достигается очень легко, если насыпаемый щебень расположить сначала въ видѣ валика по краямъ площадки и пригрести затѣмъ его граблями къ срединѣ послѣдней.

Укатка разсыпаннаго щебня предоставляется проѣзду, но, чтобы уменьшить поврежденіе свѣжихъ разсыпокъ колесами экипажей и копытами лошадей, щебень сплотноютъ трамбованіемъ. При этомъ трамбуютъ щебень сначала осторожно, а потомъ все сильнѣе и сильнѣе, начиная отъ краевъ разсыпки и переходя мало-по-малу къ срединѣ. Когда щебень уплотнится настолько, что перестанетъ перемѣщаться подъ ногою, разсыпку присыпаютъ высѣвками или инымъ заполняющимъ матеріаломъ и трамбуютъ щебень снова, чтобы загнать заполняющій матеріалъ въ промежутки между щебенками.

Ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ присыпать высѣвками сдѣланныя разсыпки щебня до трамбованія. Поливка ремонтируемыхъ мѣстъ водою во время трамбованія очень полезна, въ особенности при разсыпкѣ щебня въ сухую погоду, но примѣняется только тамъ, гдѣ вода имѣется недалеко отъ шоссе.

Выборъ мѣстъ для разсыпки щебня требуетъ особаго искусства, чтобы покрытыя новымъ матеріаломъ площадки не слишкомъ затрудняли движеніе, но вмѣстѣ съ тѣмъ скоро закатывались и не вызывали образованія колеи. Засыпанныя щебнемъ площадки далеко не такъ гладки, какъ остальная поверхность щебеночной одежды, и потому экипажи стараются объѣзжать ихъ; если всѣ такія площадки лежатъ одна за другой по прямой продольной линіи, то экипажи проходятъ возлѣ нихъ и скоро выбиваютъ на шоссе колеи. Поэтому площадки для одновременнаго частнаго ремонта слѣдуетъ выбирать такъ, чтобы мѣста свѣжихъ разсыпокъ были и на правой, и на лѣвой сторонѣ, и на срединѣ щебеночной одежды, притомъ въ такомъ относительномъ положеніи, чтобы ни одинъ экипажъ не могъ миновать какого-либо вновь засыпаннаго щебнемъ мѣста, не попадая на другое. Иногда случается, что такое размѣщеніе не удается и экипажи находятъ какое-нибудь направленіе, не захватывающее сдѣланныхъ разсыпокъ; тогда нужно, не мѣшкая, или снять разсыпанный щебень съ нѣкоторыхъ мѣстъ, или сдѣлать дополнительную разсыпку щебня въ нѣсколькихъ новыхъ мѣстахъ по найденному экипажами направленію.

Частный ремонтъ шоссе слѣдуетъ производить мало-по-малу въ теченіе всего удобнаго для разсыпки щебня времени года. Нельзя допустить ни въ какомъ случаѣ дѣлать полную разсыпку всего заготовленнаго щебня сразу, или засыпать щебнемъ всѣ углубленія

щебеночной одежды одновременно, и вести работу от одного конца участка шоссе къ другому. Напротивъ того разсыпку щебня нужно производить постепенно, слѣдующимъ образомъ: сначала засыпать щебнемъ самыя [значительныя углубленія щебеночной одежды на всемъ протяженіи участка, затѣмъ, когда насыпанный щебень достаточно закатается проѣздомъ, произвести вторую разсыпку для заполнения менѣе рѣзкихъ углубленій, и далѣе продолжать разсыпку подобнымъ же образомъ, постепенно переходя отъ самыхъ сильныхъ поврежденій одежды къ самымъ слабымъ и распредѣляя заготовленный для ремонта щебень на все сырое и дождливое время.

Даже при усердномъ трамбованіи, разсыпанный щебень въ продолженіе нѣкотораго времени послѣ разсыпки сохраняетъ относительную подвижность и легко разрыхляется колесами экипажей и копытами лошадей; поэтому покрытыя новымъ матеріаломъ площадки необходимо въ первое время старательно осматривать и подправлять. Щебенки, выбитыя и отброшенныя копытами лошадей, слѣдуетъ укладывать на прежнія мѣста метлою или лопатою и закрѣплять въ приданномъ положеніи ударами трамбовки. Колеи, прорѣзываемыя въ щебнѣ колесами экипажей, необходимо уничтожать трамбованіемъ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и добавленіемъ новаго матеріала. Нужно пользоваться дождями для повторенія работы по сплотненію щебня, въ особенности если замѣчается разрыхленіе сдѣланныхъ разсыпокъ отъ сухой погоды. Вообще не слѣдуетъ оставлять засыпанные мѣста безъ ухода до тѣхъ поръ, пока они не станутъ малозамѣтными и пока новый щебень не сольется въ одно цѣлое со старымъ щебеночнымъ слоемъ.

Способъ разсыпки щебня по частямъ вполне цѣлесообразенъ съ точки зрѣнія основного положенія ремонта, — своевременности производства работъ: устраненіе мелкихъ неровностей щебеночной одежды въ самомъ началѣ ихъ образованія предохраняетъ шоссе отъ большихъ поврежденій и уменьшаетъ потерю каменнаго матеріала отъ изнашиванія. Способъ этотъ очень удобенъ и легко примѣнимъ для исправленія поврежденій щебеночной одежды и для поддержанія поверхности шоссе въ ровномъ и гладкомъ видѣ, но имъ трудно пользоваться для приведенія износившейся щебеночной одежды къ нормальной толщинѣ и надлежащей выпуклости.

Правильное производство частнаго ремонта щебеночной одежды

возможно только при существованіи на шоссе достаточнаго числа постоянныхъ рабочихъ, или *шоссейныхъ сторожей*. Эти сторожа должны работать съ рѣдкимъ усердіемъ и съ большимъ искусствомъ, чтобы примѣненіемъ частнаго ремонта достигалось не только поддержаніе щебеночной одежды въ исправности, но и возстановленіе ея нормальнаго вида. Чѣмъ слабѣе проѣздъ по шоссе, тѣмъ труднѣе восполнять изнашиваніе щебеночной одежды однимъ способомъ разсыпки щебня по частямъ.

Поэтому чаще всего частнымъ ремонтомъ пользуются лишь для заравниванія образующихся на шоссе углубленій, а для возобновленія того слоя щебеночной одежды, который стирается отъ дѣйствія проѣзда по всему пространству ея, прибѣгаютъ къ способу сплошныхъ розсыпей.

Иногда при ремонтѣ шоссе заготовляютъ щебня больше, чѣмъ нужно для задылки замѣтныхъ неровностей щебеночной одежды, и способъ разсыпки щебня по частямъ распространяютъ не только на эти неровности, но и на слабыя мѣста шоссе, безъ замѣтныхъ неровностей. Это дѣлается съ тою цѣлью, чтобы вмѣстѣ съ поддержаніемъ поверхности шоссе въ ровномъ видѣ возмѣщать часть щебня, теряющагося отъ общаго изнашиванія щебеночной одежды, вслѣдствіе чего является возможность рѣже прибѣгать къ сплошному ремонту шоссе.

88. Способъ сплошныхъ розсыпей, или сплошной ремонтъ шоссе. При сплошномъ ремонтѣ шоссе щебень разсыпаютъ периодически, сплошь по всей или почти по всей ширинѣ проѣзжей части, на значительныхъ протяженіяхъ, слоемъ извѣстной толщины. Къ такой розсыпкѣ щебня, называемой *сплошной розсыпью*, приступаютъ тогда, когда щебеночная одежда утонится отъ изнашиванія до наименьшей допускаемой толщины. При этомъ щебень рассыпаютъ въ такомъ количествѣ, чтобы сразу привести шоссе къ нормальному виду, или по крайней мѣрѣ возстановить выпуклость шоссе, заравнять всѣ неровности щебеночной одежды и придать ей толщину, сообразную съ силой проѣзда.

Производство сплошныхъ розсыпей сходно съ устройствомъ новой щебеночной одежды. Работа ведется всегда участками отъ 100 до 250 сажень длиною, на которые разбивается все утолщаемое

протяженіе щебеночной одежды, чтобы возможно менѣе стѣснять происходящее по шоссе движеніе и удобнѣе укатывать розсыпи.

Приступая къ работѣ, заграждаютъ намѣченный участокъ щебеночной одежды и направляютъ проѣздъ по одной изъ обочинъ или по обрѣзу. Вся поверхность участка тщательно очищается отъ грязи и затѣмъ взрыхляется киркованіемъ. Послѣднее производится такъ: по краямъ щебеночной одежды выбиваютъ тяжелыми кирками продольныя борозды aa' и bb' (фиг. 242), глубиною 1,5 дюйма и шириною 2,5 дюйма; между ними проводятъ на разстояніяхъ около 0,5 сажени промежуточныя продольныя борозды cc' , dd' , ee' , ff' и поперечныя борозды ab , mn , pq , ... , такъ что вся поверхность щебеночной одежды разбивается на небольшія клѣтки; крайнія клѣтки еще раздѣляются на части короткими бороздами и на ширину въ 0,25 сажени отъ краевъ одежды взрыхляются кирками сплошь. Если шоссе сохранило ровную поверхность, то нерѣдко киркованіе ограничиваютъ пробивкой главныхъ продольныхъ и поперечныхъ бороздъ. Если же щебеночная одежда очень неровна, то ее киркуютъ сплошь по всей поверхности, покрываемой розсыпью.

Матеріаль, отдѣленный отъ шоссеиной коры киркованіемъ, снимаютъ съ поверхности шоссе, отгрохачиваютъ на частомъ грохотѣ, собираютъ въ кучи на обочинахъ и употребляютъ въ розсыпь вмѣстѣ съ новымъ щебнемъ.

Щебень, заготовленный заранѣе у мѣста работъ, вдоль утолщаемаго протяженія шоссе, грохотятъ для отдѣленія отъ него мелочи, развозятъ на тачкахъ по очищенному и вскиркованному участку, разсыпаютъ слоемъ по подготовленной поверхности щебеночной одежды и разравниваютъ граблями въ слой. Для сообщенія слою щебня требуемой выпуклости служитъ досчатый шаблонъ, длиною во всю ширину щебеночной одежды; верхнее ребро шаблона срѣзано по прямой и соединено съ уровнемъ, а нижнее скошено отъ середины по двумъ скатамъ. Шаблонъ этотъ ставится поперекъ шоссе въ горизонтальномъ положеніи для повѣрки правильности разсыпки щебня.

Послѣ разравниванія слой щебня укатываютъ шоссеинымъ каткомъ по способу, описанному въ параграфѣ 46. Сначала катокъ берутъ по слою чистаго щебня до тѣхъ поръ, пока матеріаль не сплотнится на столько, что отдѣльныя щебенки потеряютъ свою

подвижность; затѣмъ провозъ катка продолжается съ постепенной разсыпкой высѣвокъ, отдѣленныхъ отъ щебня грохоченіемъ, или иного заполняющаго матеріала, до полного уплотненія щебня; наконецъ всю поверхность розсыпи покрываютъ тонкимъ слоемъ высѣвокъ, крупнаго песка или шоссейной мелочи, полученной отъ очистки щебеночной одежды, обочинъ и канавъ, и въ такомъ видѣ шоссе открываютъ для проѣзда. Количество заполняющаго матеріала, употребляемаго при укаткѣ сплошныхъ розсыпей, не должно быть болѣе 15⁰/₀ всего объема щебня.

Такъ какъ уплотняемый слой щебня бываетъ обыкновенно небольшой толщины, отъ 2,5 до 5 дюймовъ, то для укатки сплошной розсыпи требуется меньше времени и средствъ, чѣмъ для укатки вновь устраиваемой щебеночной одежды. Число проходовъ катка для уплотненія розсыпи зависитъ отъ толщины укатываемаго слоя, отъ крупности щебня и отъ качества каменнаго матеріала. Обыкновенно для уплотненія розсыпи требуется провезти катокъ по каждому мѣсту отъ 20 до 35 разъ, въ томъ числѣ отъ 2 до 4 разъ безъ нагрузки, отъ 7 до 13 разъ съ постепеннымъ нагруженіемъ до полного вѣса и отъ 11 до 18 разъ съ полною нагрузкою. Послѣ хорошей укатки щебеночная одежда черезъ нѣсколько дней сливается подъ проѣздомъ въ плотную кору и приобретаетъ гладкую поверхность; при употребленіи тяжелыхъ паровыхъ катковъ и при обильной поливкѣ такой результатъ получается немедленно вслѣдъ за укаткою.

Для облегченія укатки щебня сплошныя розсыпи производятся въ дождливую погоду; наилучшее время для этой работы—первая половина осени, когда идутъ частые и короткіе дожди. Въ случаѣ производства розсыпей въ сухую погоду необходимо поливать старую щебеночную одежду и разсыпанный слой щебня водою. Въ обыкновенныхъ условіяхъ затруднительность и дороговизна такой поливки заставляютъ откладывать сплошныя розсыпи до наступленія дождливаго времени, но на шоссейныхъ дорогахъ въ городахъ съ хорошими водопроводами эту работу съ удобствомъ можно производить и въ сухую погоду. На такихъ дорогахъ щебеночную одежду предварительно размягчаютъ сильной поливкой, чтобы облегчить соединеніе ея съ новымъ слоемъ, а потомъ, по разсыпкѣ щебня, поливаютъ розсыпь во все время укатки.

Способъ сплошныхъ розсыпей представляетъ существенныя преимущества по сравненію со способомъ разсыпки щебня по частямъ. Пополненіе теряемаго щебеночною одеждою матеріала, требующее при частномъ ремонтѣ большого труда и искусства, достигается сплошными розсыпями легко и просто. При сплошныхъ розсыпяхъ шоссе бываетъ въ удобномъ для проѣзда состояніи постоянно, за исключеніемъ короткаго времени укатки розсыпей. Сплошныя розсыпи позволяютъ держать на шоссе небольшое число шоссейныхъ сторожей и устраняють бесполезную трату щебня, разбрасываемаго и раздробляемаго проѣздомъ при разсыпкѣ по частямъ. Наконецъ при сплошныхъ розсыпяхъ поверхность шоссе получаетъ гладкій видъ, уменьшающій сопротивленіе экипажей движенію и облегчающій счистку пыли и грязи.

Обладая этими преимуществами, способъ сплошныхъ розсыпей неудобенъ въ томъ отношеніи, что при немъ поврежденія щебеночной одежды, образующіяся въ періодъ времени между сплошными розсыпями, остаются долго неисправленными и потому достигаютъ крупныхъ размѣровъ. Это неудобство обыкновенно ограничивають и ослабляютъ тѣмъ, что при производствѣ сплошныхъ розсыпей оставляють нѣкоторое количество щебня неразсыпаннымъ и потомъ пользуются оставленнымъ матеріаломъ для заделки появляющихся въ щебеночной одеждѣ рѣзкихъ углубленій.

Обыкновенно сплошныя розсыпи чередуются извѣстнымъ образомъ съ частнымъ ремонтомъ на однихъ и тѣхъ же участкахъ шоссе. Для этого ежегодно заготавливають и разсыпають по частямъ нѣкоторое количество щебня, необходимое для поддержанія щебеночной одежды въ ровномъ видѣ, но недостаточное для пополненія всей потери матеріала отъ изнашиванія; кромѣ того періодически, черезъ извѣстные промежутки времени, опредѣляемые въ зависимости отъ утоненія щебеночной одежды, производять сплошныя розсыпи изъ заготовленнаго особо щебня. Такое соединеніе обоихъ способовъ ремонта въ большинствѣ случаевъ представляется удобнѣе и выгоднѣе каждаго способа въ отдѣльности; оно даетъ возможность раздвинуть промежутки времени между сплошными розсыпями, облегчаетъ поддержаніе шоссе въ наиболѣе удобномъ для проѣзда состояніи и приводитъ къ уменьшенію общаго расхода матеріала.

Шоссе съ очень сильнымъ проѣздомъ, какой бываетъ въ горо-

дахъ или въ окрестностяхъ городовъ, приходится укрѣплять сплошными розсыпами ежегодно; потому что изнашиваніе щебеночной одежды на такихъ шоссе достигаетъ отъ 2 до 4 дюймовъ въ годъ. На шоссе съ менѣе сильнымъ проѣздомъ сплошныя розсыпы можно производить черезъ періоды времени отъ 3 до 5 лѣтъ; въ этомъ случаѣ удобнѣе всего раздѣлить дорогу по длинѣ на соответственное число частей и ежегодно покрывать сплошною розсыпью одну изъ такихъ частей. На шоссе со слабымъ движеніемъ сплошныя розсыпы производятся рѣдко, разъ въ 10—15 и болѣе лѣтъ, въ зависимости отъ количества щебня, рассыпаемаго ежегодно по частямъ; чѣмъ больше рассыпается щебня при частномъ ремонтѣ, тѣмъ рѣже приходится производить сплошныя розсыпы.

Вопросъ о предѣльной допускаемой величинѣ изнашиванія щебеночной одежды очень важенъ для правильнаго назначенія средствъ на ремонтъ шоссе. Рѣшеніе этого вопроса зависитъ отъ устройства шоссе: стираніе щебеночной одежды безъ каменнаго основанія не должно достигать той степени, при которой щебеночный слой начинаетъ проламываться подъ давленіемъ колесъ тяжелыхъ экипажей; изнашиваніе же щебеночной одежды съ каменнымъ основаніемъ никогда не должно доходить до того, чтобы основаніе обнажалось.

Обыкновенно къ производству сплошной розсыпы приступаютъ тогда, когда толщина щебеночнаго слоя достигнетъ отъ 3 до 4,5 дюймовъ при одеждѣ безъ каменнаго основанія и отъ 1,5 до 2 дюймовъ при одеждѣ съ каменнымъ основаніемъ. Чѣмъ крѣпче щебень, чѣмъ слабѣе проѣздъ и чѣмъ тщательнѣе ремонтъ, тѣмъ меньше принимается предѣльная толщина щебеночнаго слоя.

Иногда покрываютъ шоссе сплошною розсыпью раньше, чѣмъ щебеночный слой достигнетъ наименьшей допускаемой толщины; это бываетъ необходимо въ томъ случаѣ, когда шоссе потеряетъ выпуклость, такъ что стокъ дождевой воды съ дорожнаго полотна сдѣлается неудовлетворительнымъ.

89. Промѣры толщины щебеночной одежды. Измѣреніе толщины щебеночнаго слоя и изслѣдованіе его состоянія дѣлается посредствомъ *промѣровъ*. Для производства промѣровъ, на изслѣдуемомъ участкѣ шоссе избираютъ на равныхъ разстояніяхъ, обыкно-

венно въ 50 или въ 100 сажень, поперечные профили и по линиямъ этихъ профилей пробиваютъ въ щебеночномъ слоѣ по 3 или по 5 круглыхъ ямокъ (фиг. 243). Ямки пробиваются киркою во всю толщину щебеночнаго слоя, до земли, до песка или до каменнаго основанія, въ поперечникѣ около 8 дюймовъ, и притомъ такъ, чтобы одна изъ нихъ была по срединѣ щебеночной одежды, а другія—въ равныхъ разстояніяхъ отъ середины, съ промежутками отъ 0,4 до 0,7 сажени, и не ближе 0,3 сажени отъ краевъ одежды. По очисткѣ ямокъ отъ щебня и мелочи измѣряютъ въ нихъ посредствомъ промѣрника толщину щебеночнаго слоя.

Промѣрникъ (фиг. 244) состоитъ изъ желѣзнаго бруска *A*, къ концамъ котораго прикрѣплены подъ прямымъ угломъ лопатка *B* и рукоятка *C*; на брусокъ надѣта посредствомъ обоймы съ нажимающей пружинкою желѣзная линейка *D*, которую можно передвигать вдоль бруска; передняя грань бруска разбита на дѣленія, по которымъ можно опредѣлять разстояніе линейки отъ лопатки. Для измѣренія толщины щебеночнаго слоя промѣрникъ опускаютъ въ ямку, захватываютъ лопаткой подошву слоя и прижимаютъ линейку къ поверхности шоссе; положеніе линейки на вынутомъ изъ ямки промѣрникѣ указываетъ толщину слоя.

Изъ толщинъ слоя, полученныхъ въ каждомъ профилѣ, составляется средняя профильная толщина, а изъ этихъ послѣднихъ средняя толщина слоя на соткѣ или на верстѣ. По измѣреніи толщины слоя, ямки безотлагательно задылаваютъ щебнемъ, придерживаясь того же порядка, какъ при исправленіи поврежденій щебеночной одежды.

Подобнымъ образомъ измѣряется толщина щебеночнаго слоя на русскихъ казенныхъ шоссе. Промѣры производятся ежегодно на третьей части всего протяженія шоссе, то есть разъ въ три года на каждомъ участкѣ шоссе; для производства промѣровъ избирается сухое лѣтнее время, преимущественно іюль. Эти періодическіе промѣры дѣлаются сплошь по всему участку или линіи шоссе. При подробномъ распредѣленіи щебня приходится сверхъ сплошныхъ промѣровъ производить частные промѣры въ отдѣльных мѣстахъ шоссе для болѣе детальнаго измѣренія толщины щебеночнаго слоя.

90. Щебень для ремонта шоссе. Щебень, заготовляемый для ремонта шоссе, долженъ обладать тѣми же свойствами, какъ и упо-

требуемый для устройства щебеночной одежды (см. параграфъ 43). Крѣпость каменнаго матеріала, опредѣленная крупность щебня, равномерность его, форма щебеноекъ и чистота щебня оказываютъ существенное вліяніе на ремонтъ шоссе. Значеніе этихъ свойствъ щебня для ремонта шоссе еще важнѣе, чѣмъ для устройства щебеночной одежды.

Въ отношеніи крѣпости каменный матеріалъ, служащій для ремонта шоссе, обыкновенно дѣлится на три рода: очень крѣпкій, средней крѣпости и слабый. Конечно, чѣмъ крѣпче каменный матеріалъ, тѣмъ лучше получаемый изъ него щебень для ремонта шоссе; но требуемая крѣпость каменнаго матеріала находится въ нѣкоторой зависимости отъ силы проѣзда. Шоссе съ небольшимъ движеніемъ удобно можно ремонтировать и слабымъ щебнемъ, для ремонта же шоссе съ сильнымъ и тяжелымъ движеніемъ безусловно необходимъ крѣпкій матеріалъ. Щебеночная одежда изъ слабого матеріала изнашивается при сильномъ движеніи такъ быстро, что своевременная разсыпка щебня для исправленія поврежденій шоссе и пополненія теряемаго имъ матеріала становится затруднительной; при этомъ большое количество грязи и безпрестанныя работы по очисткѣ проѣзжей полосы и по разсыпкѣ щебня сильно мѣшаютъ проѣзду, а вызываемая необходимостью быстрота работъ дѣлаетъ правильное производство ремонта почти невозможнымъ.

Щебень долженъ быть набитъ возможно равномернѣе и опредѣленной крупности, то есть долженъ состоять изъ щебеноекъ опредѣленной величины. Крупность щебня лучше всего опредѣлять діаметрами мѣрныхъ колець, причемъ для выраженія требуемой крупности щебня ставится условіе, чтобы каждая щебенка въ любомъ положеніи могла проходить черезъ кольцо большого діаметра и чтобы ни одна щебенка ни въ какомъ положеніи не могла проходить черезъ кольцо малаго діаметра.

Требуемая крупность щебня зависитъ отъ крѣпости каменнаго матеріала, отъ способа ремонта, отъ вѣса и устройства катковъ и отъ рода движенія по шоссе. При слабомъ каменномъ матеріалѣ и при производствѣ сплошныхъ розсыпей щебень долженъ быть крупнѣе, чѣмъ при крѣпкомъ матеріалѣ и при исправленіи шоссе частнымъ ремонтомъ. При укаткѣ щебеночнаго слоя тяжелыми катками и при тяжеломъ грузовомъ движеніи на шоссе внѣ городовъ щебень

долженъ быть крупнѣе, чѣмъ при употребленіи маловѣсныхъ катковъ и при легковомъ движеніи на городскихъ шоссе.

Если щебень назначается на сплошныя розсыпи, то наиболѣе цѣлесообразнымъ высшимъ предѣломъ величины щебеноекъ при обыкновенныхъ условіяхъ укатки и проѣзда представляется: 2 дюйма для очень крѣпкаго матеріала, 2,25 и 2,50 дюйма для матеріала средней крѣпости и 2,75 дюйма для слабого матеріала. Если щебень изготавливается для частнаго ремонта, то за высшій предѣлъ правильнѣе принимать размѣры на 0,25 дюйма меньше указанныхъ. При обоихъ способахъ ремонта наиболѣе правильнымъ низшимъ предѣломъ величины щебеноекъ представляется: 0,75 дюйма для очень крѣпкаго матеріала, 1 дюймъ для матеріала средней крѣпости и 1,25 дюйма для слабого матеріала.

Щебень для ремонта долженъ состоять изъ щебеноекъ угловой формы. Въ немъ не должно заключаться значительнаго количества щебеноекъ, имѣющихъ видъ округленныхъ камешковъ, продолговатыхъ брусковъ и тонкихъ пластинокъ. Разбивка камня въ продолговатые бруски и тонкія пластинки предупреждается примѣненіемъ мѣрныхъ колецъ для опредѣленія величины щебеноекъ. Для устраненія же щебеноекъ округленнаго вида необходимо требовать отъ бойщиковъ, чтобы они разбивали по крайней мѣрѣ на двѣ части тѣ изъ камешковъ матеріала, которые въ естественномъ своемъ видѣ не превосходятъ величины щебенки; конечно послѣднее требованіе имѣетъ значеніе только при употребленіи для ремонта шоссе мелкаго булыжника или полевого камня.

Часто съ тою же цѣлью въ условія по поставкѣ камня вводится требованіе, чтобы величина округленныхъ кусковъ камня, заготавливаемого на щебень, была не менѣе нѣкотораго предѣла, 3,5—4 дюймовъ по любому направленію. Въ такомъ случаѣ, при разбивкѣ камня въ щебень, отъ каменнаго матеріала отбрасываются заключающіеся въ немъ камешки менѣе установленнаго предѣла.

Щебень долженъ быть чистъ, то есть въ немъ не должно заключаться ни землястыхъ частицъ, ни мелкихъ осколковъ каменнаго матеріала, ни слишкомъ крупныхъ щебеноекъ, ни округленныхъ и негодныхъ по качеству камешковъ. Отъ землястыхъ частицъ и мелкихъ осколковъ щебень освобождается посредствомъ грохоченія его на грохотъ съ мелкими отверстіями, соотвѣтствующими низшему

предѣлу величины щебенокъ. Слишкомъ крупныя щебенки и округленные или негодныя камешки отдѣляются отъ щебня ручной сортировкой во время грохоченія щебня.

91. Искусственный или кирпичный щебень. Во многихъ мѣстностяхъ Россіи щебень для ремонта шоссе, вслѣдствіе недостатка естественнаго каменнаго матеріала и подвозки его издалека, стоитъ чрезвычайно дорого. Это обстоятельство давно уже заставило министерство путей сообщенія обратить вниманіе на вопросъ о замѣнѣ естественнаго каменнаго матеріала искусственнымъ для ремонта тѣхъ казенныхъ шоссе, на которыхъ цѣна щебня была особенно высока.

Первые опыты употребленія для ремонта шоссе щебня изъ кирпича-железняка были предприняты въ концѣ пятидесятихъ годовъ; впослѣдствіи подобныя же опыты были произведены еще два раза, въ началѣ семидесятихъ и въ началѣ восьмидесятихъ годовъ. Всѣ опыты привели къ сомнительнымъ результатамъ,—главнымъ образомъ вслѣдствіе того, что испытанію подвергался щебень изъ железняка, обожженного въ разной степени и недостаточно сильно; все-же изъ этихъ опытовъ выяснилось, что при нѣкоторыхъ мѣстныхъ условіяхъ и при хорошей выработкѣ кирпичъ-железнякъ можетъ быть удовлетворительнымъ матеріаломъ для ремонта шоссе.

Въ 1883 году по распоряженію министерства путей сообщенія построены два завода для изготовленія искусственнаго щебня, работающіе съ успѣхомъ до настоящаго времени и снабжающіе ремонтнымъ матеріаломъ два участка казенныхъ шоссе.

Одинъ изъ этихъ заводовъ построенъ въ с. Топчиевкѣ Черниговской губерніи и доставляетъ щебень для ремонта участка Кіевского шоссе, отъ г. Чернигова по направленію къ г. Козельцу, длиною 56 верстъ. Заводъ расположенъ у самой линіи шоссе, по серединѣ названнаго участка, и состоитъ изъ кирпиче-обжигательной печи, сараевъ для топлива и сырца, машинъ для добыванія торфа и изготовленія сырца, жилого дома для лицъ техническаго надзора и проч. Главная часть завода — кирпиче-обжигательная печь непрерывнаго дѣйствія, системы *Гофмана*; она заключаетъ въ себѣ 16 камеръ, вмѣстимостью въ 5 куб. сажень каждая, и нагревается смѣшаннымъ топливомъ, состоящимъ изъ $\frac{2}{3}$ торфа и $\frac{1}{3}$ дровъ. Торфъ и глина добываются рядомъ съ заводомъ и заготавливаются заблаго-

временно. Сырецъ тѣхъ же размѣровъ, какъ и для строевого кирпича, формуется изъ плотной массы довольно жирной глины посредствомъ машины *Шликейзена*, приводимой въ дѣйствіе паромъ; по просушкѣ сырецъ обжигается въ печи при температурѣ, доводимой до блага каленія. Получаемый желѣзнякъ темнобѣлаго или темнобураго цвѣта, съ остекловавшейся поверхностью, по выгрузкѣ изъ печи сортируется и разбивается въ щебень, который на мѣстѣ бойки очищается отъ мелочи грохоченіемъ и затѣмъ развозится по линіи шоссе.

До 1892 года ежегодно на Топчѣевскомъ заводѣ обжигалось около 2.145.000 штукъ желѣзняка и получалось 650 куб. саженъ искусственнаго щебня, изъ которыхъ 420 куб. саженъ употреблялось на сплошныя розсыпи на 8 верстахъ шоссе, а 230 куб. саж. разсыпалось по частямъ на остальномъ протяженіи названнаго участка шоссе. Постройка завода со всѣми приспособленіями стоила 69.276 рублей; цѣна изготовляемаго щебня, при развозкѣ его на 56 верстъ, въ среднемъ за періодъ съ 1884 по 1892 года составляла 67 руб. 50 коп., а съ погашеніемъ въ теченіе 30 лѣтъ стоимости завода— 74 р. 50 к. за куб. сажень. Съ 1892 года производство щебня на заводѣ сократилось вслѣдствіе уменьшенія длины участка ремонтируемаго искусственнымъ щебнемъ.

При проходѣ по шоссе въ среднемъ около 300 лошадей въ сутки щебеночная одежда изъ искусственнаго щебня изнашивается, какъ показываютъ промѣры за 5 лѣтъ, на толщину 0,7 дюйма въ годъ, что составляетъ при существующей ширинѣ одежды въ 2 сажени 11 куб. саженъ на версту. Употреблявшійся раньше на этомъ участкѣ шоссе щебень изъ кремнистаго сланца разрушался подъ дѣйствіемъ проѣзда почти въ той же мѣрѣ, но стоилъ гораздо дороже кирпичнаго щебня, а именно 164 р. 50 к. за куб. сажень. Ясно, что устройство Топчѣевскаго завода и введеніе искусственнаго щебня привело къ значительному сокращенію расходовъ на ремонтъ Кіевскаго шоссе.

Другой заводъ построенъ у г. Замостья Люблинской губерніи и изготовляетъ щебень для ремонта участка Замостскаго шоссе, длиною 25 верстъ. Въ составъ завода входят: газовая кирпиче-обжигательная печь системы *Мендгейма*, съ 10 камерами, вмѣстимостью въ 3 куб. сажени каждая, сушилка для сырца, машины для изго-

товленія сырца и для разбивки желѣзняка, или *клинкера*, въ щебень, сараи для помѣщенія машинъ и храненія матеріаловъ, бараки для рабочихъ и нѣкоторыя заводскія приспособленія. Сырецъ формируется такъ же, какъ и на Топчѣевскомъ заводѣ, и обжигается въ печи горючимъ газомъ, добываемымъ изъ дровъ въ двухъ генераторахъ, причемъ температура обжига доводится до блага каленія. Получаемый клинкеръ темносѣраго цвѣта сортируется, разбивается въ щебень дробилкою, грохотится для очистки отъ мелочи и затѣмъ вывозится на шоссе. По крѣпости и прочности этотъ щебень лучше щебня, получаемого на Топчѣевскомъ заводѣ.

На Замостскомъ заводѣ изготовляется ежегодно 360 куб. саж. щебня; этотъ щебень употребляется частью на ремонтъ шоссе, частью на перестройку на немъ щебеночной одежды, разстроившейся подъ дѣйствіемъ проѣзда вслѣдствіе слабости известняковаго щебня, которымъ шоссе ремонтировалось раньше. Устройство завода со всѣми машинами и приспособленіями стоило 80.706 рублей; цѣна получаемого кирпичнаго щебня, съ развозкою по шоссе, составляетъ 66 р. 90 к., а съ погашеніемъ въ теченіе 30 лѣтъ стоимости завода—80 р. 35 к. за куб. сажень. Употреблявшійся раньше для ремонта этого участка шоссе щебень изъ известняка стоилъ около 83 рублей за куб. сажень, но былъ такъ слабъ, что не выдерживалъ существующаго проѣзда. Здѣсь примѣненіе кирпичнаго щебня привело не только къ сокращенію расходовъ на ремонтъ, но и къ улучшенію шоссе.

Вообще примѣненіе кирпичнаго щебня заводскаго изготовленія къ ремонту названныхъ выше участковъ шоссе дало довольно хорошіе результаты. Изъ этихъ результатовъ можно сдѣлать слѣдующіе выводы:

1) Искусственный щебень представляетъ шоссейный матеріалъ слабый, но вполне годный для щебеночной одежды при умѣренномъ проѣздѣ средней грузности.

2) Вслѣдствіе легкой сплотиваемости и способности образовать гладкую поверхность онъ очень удобенъ для устройства и особенно для ремонта шоссе.

3) По крѣпости, искусственный матеріалъ сходенъ съ кремнистыми сланцами и известняками среднихъ качествъ, но почти вдвое слабѣе гранитовъ.

4) Примѣненіе искусственнаго щебня къ ремонту шоссе можетъ принести несомнѣнную экономическую выгоду лишь тамъ, гдѣ топ-

ливо дешево, а цѣна щебня слабыхъ породъ превосходить 70 руб. за куб. сажень, или цѣна щебня крѣпкихъ породъ составляетъ не менѣе 130 руб. за куб. сажень.

Успѣшное дѣйствіе первыхъ казенныхъ заводовъ для изготовленія искусственнаго щебня побудило министерство путей сообщенія предпринять въ послѣднее время постройку новыхъ такихъ же заводовъ, съ цѣлью дальнѣйшаго развитія ремонта шоссе искусственнымъ щебнемъ. Въ 1903 году на Замостскомъ шоссе въ п. Избицѣ, вблизи г. Красностава, построенъ клинкерный заводъ для изготовленія щебня, по образцу завода, раньше построеннаго на томъ же шоссе и описаннаго выше. Въ 1904 году произведены подготовительныя работы къ постройкѣ двухъ подобныхъ же заводовъ: одного—на 254 верстѣ Замостскаго шоссе, другого—на 232 верстѣ Устилугскаго шоссе.

92. Поставка и пріемъ каменнаго матеріала для ремонта шоссе. Щебень, необходимый для ремонта шоссе въ каждомъ году, заготавливается заблаговременно. Количество и размѣщеніе щебня вдоль шоссе опредѣляется особыми *поверстными вѣдомостями*, составляемыми сообразно съ потребностями шоссе и съ размѣромъ назначаемыхъ на ремонтъ средствъ. Заготовка, или *поставка*, каменнаго матеріала производится съ соблюденіемъ опредѣленныхъ условій, устанавливаемыхъ съ цѣлью обезпечить правильность поставки и облегчить пріемку матеріала и пользованіе имъ для ремонта.

Для cadaго участка шоссе заготавливается каменный матеріалъ, призванный наивыгоднѣйшимъ для ремонта на основаніи сравненія цѣнъ разныхъ каменныхъ матеріаловъ и ихъ относительной крѣпости. Порода и качество назначаемаго къ заготовкѣ матеріала указываются въ поверстной вѣдомости и опредѣляются избранными напередъ образцами. Требуемая крупность щебня, равномерность и чистота его, а также форма щебеноекъ устанавливаются на основаніяхъ, объясненныхъ въ параграфахъ 43 и 90.

Чтобы разбивка камня въ щебень велась правильно, необходимо разъяснить бойщикамъ, какимъ требованіямъ долженъ удовлетворять щебень, снабдить cadaго изъ нихъ двумя мѣрными кольцами, большимъ и малымъ, и наблюдать за этою работою, особенно въ началѣ. Грохоченіе щебня слѣдуетъ производить какъ во время самой бойки, такъ и при оправкѣ щебня въ кучи; для этого бойщикамъ

должно быть дано достаточное количество (по одному на троихъ) грохотовъ съ отверстіями, соотвѣтствующими наименьшей допускаемой величинѣ щебенюкъ.

Каменный матеріалъ складывается на обочинахъ или на обрѣзахъ шоссе, на совершенно ровной поверхности, кучами правильнаго вида: камень—прямоугольными штабелями, а щебень—прямыми конусами или призмами (фиг. 245, *a, b, c*). Коническая форма (*a*) кучъ, широкая въ основаніи, удобна только для складыванія щебня на очень широкихъ обочинахъ и на обрѣзахъ; на обочинахъ средней ширины щебень складывается кучами призматической формы съ плоской верхушкой (*b*), а на узкихъ обочинахъ—кучами призматической формы, съ острой верхушкой (*c*). Конусамъ и призмамъ даютъ опредѣленные размѣры, соотвѣтствующіе установленнымъ объемамъ кучъ щебня; впрочемъ, при большомъ количествѣ щебня, призмы иногда складываются въ видѣ валиковъ значительной и неодинаковой длины, лишь съ опредѣленными поперечными размѣрами.

На русскихъ казенныхъ шоссе принято щебень складывать конусами или призмами, объемомъ въ $\frac{1}{2}$ и въ $\frac{1}{8}$ кубической сажени; щебень для сплошныхъ розсыпей складывается кучами въ $\frac{1}{2}$ куб. сажени на обрѣзахъ и въ рѣдкихъ случаяхъ на обочинахъ, а щебень для частнаго ремонта—кучами въ $\frac{1}{8}$ куб. сажени на обочинахъ шоссе. При этомъ для облегченія пріема щебня установлено придавать конусамъ всегда одинаковые размѣры, а именно: конусу въ $\frac{1}{2}$ куб. сажени, или *полукубу*,—5 аршинъ 7 вершковъ по діаметру основанія, 17 аршинъ 1 вершокъ по окружности основанія, 6 аршинъ 8 вершковъ по двумъ производящимъ и 1 аршинъ 12 вершковъ по высотѣ; конусу въ $\frac{1}{8}$ куб. сажени, или *осьмушку*,—3 аршина 7 вершковъ по діаметру основанія, 10 аршинъ 13 вершковъ по окружности основанія, 4 аршина 1 вершокъ по двумъ производящимъ и 1 аршинъ 1,5 вершка по высотѣ. Для приданія конусамъ правильной формы и надлежащей величины пользуются *наугольниками*, то есть шаблонами (фиг. 246), сдѣланными изъ деревянныхъ брусковъ по установленнымъ размѣрамъ кучъ.

Весь каменный матеріалъ поставки одного года помѣщается на одной сторонѣ шоссе, а слѣдующаго года—на другой сторонѣ; такой порядокъ установленъ съ тою цѣлью, чтобы непринятый и новый матеріалъ не смѣшивался съ матеріаломъ предшествующей по-

ставки и чтобы контроль за правильностью поставки и разсыпки щебня былъ легче. При складкѣ каменнаго матеріала на обочинахъ, штабеля, конуса и призмы располагаются такъ, чтобы они стояли въ одну линію, не захватывали проѣзжей части шоссе, не заслоняли сотенныхъ и нумерныхъ знаковъ и не препятствовали стоку дождевой воды.

Вся годовая поставка камня или щебня должна быть окончена къ опредѣленному сроку, который устанавливается въ зависимости отъ назначенія матеріала и отъ состоянія шоссе. При заготовкѣ щебня срокъ окончанія поставки назначается обыкновенно на 1 августа или на 1 сентября; при этомъ, кромѣ общаго срока, полезно назначать одинъ или два частныхъ, для поставки половины или трехъ четвертей полнаго количества щебня.

По окончаніи поставки каменнаго матеріала производится *приѣмъ* его, при которомъ повѣряется правильность поставки въ отношеніи распредѣленія матеріала по длинѣ шоссе, а также въ отношеніи количества, рода и качествъ матеріала.

Для повѣрки рода и качествъ щебня избираютъ наудачу нѣсколько кучъ и прежде всего сличаютъ заключающійся въ нихъ матеріалъ съ установленными образцами. Далѣе, разваливъ кучи, осматриваютъ, хорошо ли очищенъ щебень отъ землистыхъ частицъ и мелкихъ осколковъ камня; если количество такихъ частицъ и осколковъ въ щебнѣ значительно, то назначается перегрохотка всего заготовленнаго матеріала, или же удерживается изъ слѣдующей за щебень уплаты стоимость перегрохотки. Затѣмъ, взявъ двѣ или три лопаты щебня изъ какой-либо избранной кучи, изслѣдуютъ его помощью мѣрныхъ колецъ и опредѣляютъ содержаніе въ немъ слишкомъ крупныхъ щебеноекъ и слишкомъ мелкихъ частицъ. Въ случаѣ большого содержанія щебеноекъ крупнѣе установленнаго предѣла назначается перебивка щебня; при большомъ количествѣ мелочи ставится требованіе, чтобы щебень былъ перегрохоченъ. Если же содержаніе крупныхъ щебеноекъ и мелочи въ щебнѣ не велико, примерно не болѣе 2% всего объема, то матеріалъ принимаютъ безъ этихъ ограниченій.

Для повѣрки количества щебня сосчитываютъ число поставленныхъ кучъ и опредѣляютъ средній объемъ ихъ. Последнее дѣлается такъ: избираютъ нѣсколько кучъ изъ числа поставленныхъ и повѣ-

ряютъ размѣры ихъ посредствомъ шаблона; потомъ тѣ изъ кучъ, объемъ которыхъ кажется сомнительнымъ, обмѣряютъ помощью бездоннаго *мѣрнаго ящика* определенной емкости, въ $\frac{1}{32}$ или $\frac{1}{16}$ кубической сажени; наконецъ составляютъ изъ результатовъ этихъ обмѣровъ среднюю величину, которая и принимается за средній объемъ кучъ на определенномъ участкѣ. Если полученный средній объемъ кучъ равенъ или больше установленной мѣры, то всѣ кучи считаются имѣющими надлежащій объемъ, если же средній объемъ оказывается меньше установленной мѣры, то недостатокъ этотъ считается общимъ для всѣхъ кучъ, и ставится требованіе, чтобъ недостающее количество щебня было пополнено къ определенному сроку. При обмѣрѣ кучъ щебня мѣрнымъ ящикомъ, матеріаль берутъ изъ кучи небольшими частями и сначала тщательно очищаютъ отъ мелочи грохоченіемъ, а затѣмъ только насыпаютъ въ ящикъ.

Пріемъ каменнаго матеріала по *объему* не совсѣмъ вѣренъ, такъ какъ количество щебня въ кучахъ зависитъ отъ крупности его; правильнѣе было бы производить пріемъ поставленнаго матеріала по *вѣсу*, определяемому посредствомъ пробнаго взвѣшиванія нѣсколькихъ избранныхъ кучъ. Послѣдній способъ пріема ремонтнаго матеріала практиковался прежде въ Вюртембергѣ; полезно было бы ввести его въ Россіи на тѣхъ шоссейныхъ дорогахъ, на которыхъ щебенъ очень дорогъ.

93. Расходъ щебня. Для поддержанія шоссейныхъ дорогъ въ исправномъ состояніи нужно при ремонтѣ ихъ пополнять разсыпкою новаго щебня всю потерю каменнаго матеріала на этихъ дорогахъ, происходящую отъ изнашиванія покрывающей ихъ щебеночной одежды подъ дѣйствіемъ проѣзда и атмосферныхъ дѣятелей. Количество щебня, необходимое для пополненія потери каменнаго матеріала отъ изнашиванія, называется *расходомъ щебня*.

Годовой расходъ щебня, отнесенный къ единицѣ протяженія шоссе, очень различенъ для разныхъ дорогъ; онъ выражается обыкновенно числомъ кубическихъ саженъ на версту или числомъ кубическихъ метровъ на километръ и зависитъ главнымъ образомъ отъ трехъ обстоятельствъ: 1) отъ дѣятельности проѣзда, 2) отъ крѣпости каменнаго матеріала и 3) отъ рода ремонта. Кромѣ этихъ главныхъ обстоятельствъ, на расходъ щебня вліяютъ еще климатъ, положеніе

шоссе, ширина, продольный профиль и устройство дороги, качество грунта и устройство экипажей.

Чѣмъ больше проходить по шоссе экипажей и чѣмъ грузнѣе эти экипажи, тѣмъ сильнѣе изнашивается щебеночная одежда при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ. Отсюда естественно является предположеніе, что расходъ щебня пропорціоналенъ *дѣятельности проѣзда*. Это предположеніе правильно только до нѣкоторой степени, такъ какъ нерѣдко наблюдаются болѣе или менѣе значительныя отступленія отъ сказанной пропорціональности.

На шоссе, проѣздъ по которымъ ничтоженъ, все-же нельзя обойтись безъ рассыпки щебня, и количество рассыпаемаго щебня очень значительно въ сравненіи съ дѣятельностью проѣзда. Съ другой стороны, при очень сильномъ движеніи изнашиваніе щебеночной одежды возрастаетъ быстрѣе дѣятельности проѣзда. Такимъ образомъ, при одинаковыхъ условіяхъ, на шоссейныхъ дорогахъ съ очень слабымъ и съ очень сильнымъ движеніемъ расходуется на каждой верстѣ на единицу проѣзда больше щебня, чѣмъ на дорогахъ съ среднимъ движеніемъ. Впрочемъ, при крайнихъ значеніяхъ дѣятельности проѣзда и другія условія оказываются неодинаковыми, такъ что самое сравненіе величинъ расхода щебня въ такихъ случаяхъ можетъ быть неправильнымъ. Дѣйствительно на шоссе съ очень сильнымъ движеніемъ нѣтъ возможности производить рассыпку щебня по частямъ съ надлежащей акуратностью, а на шоссе съ очень слабымъ движеніемъ рассыпка щебня служить главнымъ образомъ для исправленія поврежденій отъ дѣйствія атмосферныхъ дѣтелей.

Вообще, наблюдаемые отступленія отъ сказанной пропорціональности не существенны и касаются только исключительныхъ случаевъ; поэтому обыкновенно принимаютъ, что между расходомъ щебня V и дѣятельностью проѣзда M существуетъ точная пропорціональность, то есть что $V = mM$.

Чѣмъ крѣпче каменный матеріалъ, тѣмъ меньше требуется его для ремонта шоссе; соотвѣтственно съ этимъ расходъ щебня уменьшается съ увеличеніемъ *крѣпости* матеріала. Обыкновенно принимаютъ, что при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ расходъ щебня V обратно пропорціоналенъ крѣпости каменнаго матеріала N , то есть что $V = \frac{n}{N}$. При этомъ подъ крѣпостью матеріала разумѣется способность его выдерживать дѣйствіе внѣшнихъ механическихъ усилій,

то есть сопротивление матеріала давленію, тренію и ударамъ. Правда, на расходъ щебня вліяють и другія свойства каменнаго матеріала, каковы—вязкость мелочи, способность щебня сплавиваться въ твердую кору и сопротивление матеріала дѣйствию влажности и мороза, но вліяніе это сравнительно мало, и потому его можно не принимать въ расчетъ.

Такъ какъ расходъ щебня *V* выражается числомъ кубическихъ сажень или кубическихъ метровъ, то изъ предыдущихъ равенствъ слѣдуетъ, что дѣятельность проѣзда *M* и крѣпость матеріала *N* должны выражаться тоже численно, въ нѣкоторыхъ единицахъ.

Количество щебня, теряемаго шоссейной дорогой отъ изнашивания подѣ дѣйствіемъ проѣзда, находится въ зависимости отъ *рода ремонта*. Сплошныя розсыпи въ соединеніи съ задѣлкой поврежденных щебеночной одежды въ періоды между розсыпами приводятъ къ извѣстному сбереженію матеріала сравнительно со способомъ розсыпки щебня исключительно по частямъ. Затѣмъ степень тщательности выполненія работъ по исправленію и утолщенію щебеночной одежды оказываетъ вліяніе на изнашивание шоссе: если щебень просто набрасываютъ на щебеночную одежду и такъ оставляютъ, то часть его раздавливается безъ всякой пользы; если же насыпаемый щебень уплотняютъ трамбованіемъ или укаткой, заполняютъ промежутки въ немъ каменною мелочью и поправляютъ свѣжія розсыпки, то потеря матеріала отъ изнашивания уменьшается. Наконецъ степень старательности, съ которою производятся работы по содержанію шоссе, также отражается замѣтно на расходѣ щебня: при частой и усердной счисткѣ пыли и грязи щебеночная одежда дѣлается плотною и гладкою, и изнашивание ея уменьшается; напротивъ того, при небрежной очисткѣ шоссе щебеночная одежда нерѣдко разрыхляется, стирание ея усиливается и происходитъ раздробленіе щебенокъ, выбиваемыхъ проѣздомъ.

При надлежащемъ надзорѣ за шоссе и при установившихся порядкахъ его содержанія, вліяніе рода ремонта на расходъ щебня не велико сравнительно съ вліяніемъ дѣятельности проѣзда и крѣпости каменнаго матеріала. Точно также на расходъ щебня вліяють мало и второстепенныя обстоятельства: климатъ, положеніе шоссе, устройство дороги, качество грунта и устройство экипажей. Поэтому безъ значительной погрѣшности можно принять, что расходъ щебня за-

однимъ пересчетомъ проходящихъ лошадей, потому что какъ вѣсь и сила лошадей, такъ и перемѣщаемыя ими тяжести, бываютъ далеко неодинаковы, а вмѣстѣ съ тѣмъ и изнашивание щебеночной одежды при проходѣ разныхъ лошадей приходится въ разной степени. Вслѣдствіе этого для выраженія дѣятельности проѣзда приходится замѣнять сосчитанное число лошадей числомъ *условнымъ*, составляемымъ слѣдующимъ образомъ: пересчитываютъ отдѣльно лошадей, везущихъ экипажи разнаго рода; затѣмъ полученныя числа умножаютъ на нѣкоторые коэффициенты, чтобы привести ихъ къ одной и той же единицѣ по степени изнашивания щебеночной одежды; наконецъ приведенныя числа складываютъ.

Дѣятельность проѣзда по шоссе опредѣляется посредствомъ особыхъ *переписей*, повтораемыхъ періодически, черезъ промежутки времени въ нѣсколько лѣтъ. Для производства переписи раздѣляютъ шоссе на участки и на каждомъ такомъ участкѣ помѣщаютъ наблюдателя, которому поручается отмѣчать число и родъ проходящихъ лошадей. За отдѣльные участки лучше всего принимать протяженіе шоссе отъ одной примыкающей къ нему дороги до другой, такъ какъ на этихъ протяженіяхъ проѣздъ не измѣняется въ замѣтной мѣрѣ. Результаты переписи получаютъ тѣмъ точнѣе, чѣмъ меньше принятыя участки, то есть чѣмъ больше число ихъ, но зато съ увеличеніемъ числа участковъ возрастаютъ и издержки на производство переписи. Обыкновенно длину участковъ принимаютъ отъ 3 до 16 верстъ, назначая ихъ короче на шоссе съ сильнымъ проѣздомъ и длиннѣе на шоссе со слабымъ и мало-мѣняющимся движеніемъ.

Каждому наблюдателю указываютъ опредѣленное мѣсто наблюдений, или *постъ*, на участкѣ. Выборъ этихъ постовъ довольно труденъ, такъ какъ положеніе ихъ должно быть таково, чтобы наблюденія, сдѣланныя на постахъ, давали вѣрныя среднія данныя относительно дѣятельности проѣзда на участкахъ. Для полученія вѣрныхъ результатовъ не назначаютъ постовъ ни въ точкахъ съ самымъ сильнымъ проѣздомъ, ни въ точкахъ съ самымъ слабымъ проѣздомъ на участкѣ, а выбираютъ для нихъ мѣста съ движеніемъ средней силы.

Перепись продолжается цѣлый годъ, но наблюденія производятся не каждый день, а примѣрно разъ въ двѣ недѣли; при этомъ для наблюденій избираются послѣдовательно разные дни недѣли, чтобы

правильно ввести въ средній выводъ вліяніе такихъ мѣстныхъ особенностей движенія, какъ усиленіе проѣзда въ базарные дни. Каждое наблюденіе производится обыкновенно цѣлыя сутки; впрочемъ на шоссе со слабымъ проѣздомъ и на тѣхъ шоссе, по которымъ движеніе ночью ослабѣваетъ, часто производятъ суточные наблюденія лишь въ одинъ изъ четырехъ назначенныхъ дней, а въ остальные дни ограничиваются наблюденіями лишь въ теченіе свѣтлаго времени сутокъ и вводятъ потомъ въ полученные числа поправки по результатамъ суточныхъ наблюденій.

Наблюдателями назначаются шоссеиные сторожа или особо нанимаемые лица. Всѣмъ наблюдателямъ раздаютъ суточные листки, такъ разграфленные на колонны, строки и клѣточки, что отмѣтка разныхъ элементовъ движенія не представляетъ затрудненія, даже для лицъ неграмотныхъ. Отмѣтки дѣлаются прокалываніемъ булавкою отверстій въ листкахъ: каждый разъ, когда какой-либо экипажъ проходитъ черезъ постъ, наблюдатель прокалываетъ листокъ въ клѣточкѣ, соотвѣтствующей роду экипажа и числу везущихъ его лошадей.

Для облегченія наблюдателей экипажи разнаго рода раздѣляютъ на небольшое число (отъ 3 до 5) категорій, относя къ одной категоріи всѣ экипажи, въ которыхъ на лошадь приходится приблизительно одинаковая полная нагрузка. Въ листкахъ для переписи, каждой категоріи экипажей соотвѣтствуетъ особая колонна и каждому числу лошадей въ запряжкѣ—особая строка; проколъ клѣточки въ верхней строкѣ означаетъ одну лошадь, во второй строкѣ—двѣ лошади, и такъ далѣе. Кромѣ того на этихъ листкахъ помѣщаются двѣ отдѣльныя колонны клѣточекъ для отмѣтокъ: одна—всадниковъ и крупнаго скота, другая—мелкаго скота.

При сведеніи результатовъ переписи, для каждого поста составляется средняя величина изъ чиселъ всѣхъ листовъ по каждой колоннѣ отдѣльно; эти среднія величины, относящіяся до разныхъ элементовъ движенія, умножаютъ на установленные напередъ коэффиціенты и, приведя ихъ такимъ образомъ къ общей мѣрѣ, складываютъ. Полученная сумма представляетъ дѣятельность проѣзда въ данномъ мѣстѣ шоссе, выраженную въ числѣ лошадей въ запряжкѣ.

По результатамъ переписи, произведенной этимъ способомъ, можно опредѣлить приблизительно дѣятельность проѣзда и въ вѣсовыхъ единицахъ. Для этого нужно только полученные среднія

числа лошадей разнаго рода и другихъ животныхъ умножить на соотвѣтственные, опредѣленные путемъ опытовъ, вса и затѣмъ суммировать найденныя величины.

Во Франціи на государственныхъ дорогахъ опредѣленіе дѣятельности проѣзда производится черезъ каждыя 5—6 лѣтъ. При производствѣ переписи къ 1882 году всѣ экипажи были раздѣлены на три категоріи: 1) грузовые экипажи съ продуктами или товарами разнаго рода, 2) общественные экипажи для перевозки пассажировъ, нагруженные и пустые, и 3) пустые грузовые экипажи и частные экипажи для пассажировъ. Кромѣ того было установлено два отдѣльныхъ разряда движенія: одинъ—для незапряженныхъ крупныхъ животныхъ, а другой—для мелкаго скота.

Общій сводъ результатовъ этой переписи показалъ, что по государственнымъ дорогамъ Франціи проходить ежедневно въ среднемъ: лошадей съ экипажами первой категоріи—102,7, лошадей съ экипажами второй категоріи—10,5, лошадей съ экипажами третьей категоріи—106,6, незапряженныхъ крупныхъ животныхъ—44,6 и головъ мелкаго скота—82,2. Для приведенія чиселъ разныхъ категорій и разрядовъ къ одной и той же условной единицѣ были установлены, по соображенію съ происходящимъ отъ проѣзда изнашиваніемъ шоссе, слѣдующіе коэффициенты: для лошадей съ экипажами первыхъ двухъ категорій—1, для лошадей съ экипажами третьей категоріи— $\frac{1}{2}$, для крупныхъ незапряженныхъ животныхъ— $\frac{1}{5}$ и для головъ мелкаго скота— $\frac{1}{30}$.

Если указанныя выше данныя общаго свода умножить на эти коэффициенты и затѣмъ сложить, то получается 178,3 условныхъ единицъ проѣзда, то есть лошадей въ запряжкѣ съ нагрузкою. Это число выражаетъ среднюю дѣятельность проѣзда для всѣхъ государственныхъ дорогъ Франціи.

95. Опредѣленіе крѣпости каменнаго матеріала для шоссе.

Опредѣленіе крѣпости шоссейнаго каменнаго матеріала представляется необходимымъ для нахождения расхода щебня. Кромѣ того опредѣленіе крѣпости каменнаго матеріала требуется для рѣшенія слѣдующихъ важныхъ вопросовъ: 1) годенъ-ли данный каменный матеріалъ для устройства и ремонта щебеночной одежды, и 2) какой изъ нѣсколькихъ каменныхъ матеріаловъ, имѣющихся въ из-

вѣстной мѣстности, представляется наивыгоднѣйшимъ для ремонта шоссе?

Существуетъ два способа опредѣленія крѣпости каменнаго матеріала: способъ непосредственныхъ наблюденій и способъ лабораторныхъ опытовъ. Въ обоихъ способахъ принято выражать крѣпость матеріала или отдѣльныя свойства, изъ которыхъ она слѣдуетъ, посредствомъ чиселъ или коэффициентовъ отъ 1 до 20.

Способъ непосредственныхъ наблюденій заключается въ томъ, что изъ каменнаго матеріала, крѣпость котораго желаютъ опредѣлить, устраиваютъ пробный участокъ щебеночной одежды въ такомъ мѣстѣ шоссе, гдѣ легко и удобно установить надлежащій надзоръ за наблюденіями, на примѣръ въблизи мѣста жительства инженера, завѣдывающаго ремонтомъ шоссе. Старательно и непрерывно наблюдаютъ происходящій по этому участку проѣздъ и изъ отмѣчаемыхъ элементовъ движенія составляютъ за опредѣленные періоды времени среднія величины суточного проѣзда; величины эти выражаютъ въ числахъ запряженныхъ лошадей по способу, объясненному въ предыдущемъ параграфѣ. Въмѣстѣ съ тѣмъ наблюдаютъ и изнашиваніе щебеночной одежды изъ изслѣдуемаго матеріала, производя въ концѣ каждаго изъ принятыхъ періодовъ времени промѣры толщины щебеночнаго слоя и вычисляя по промѣрамъ уменьшеніе средней толщины слоя; по каждому вычисленному уменьшенію толщины находятъ соотвѣтственную потерю каменнаго матеріала, выраженную въ числѣ кубическихъ сажень на версту. По полученнымъ изъ наблюденій числамъ дѣятельности проѣзда и потери каменнаго матеріала опредѣляютъ среднее количество a щебня, изнашивающееся въ теченіе года на 1 верстѣ шоссе отъ прохода въ день 100 запряженныхъ лошадей.

Изъ многочисленныхъ наблюденій найдено, что на 1 верстѣ шоссе со щебеночною одеждою изъ наилучшаго каменнаго матеріала изнашивается ежегодно 1,5 куб. сажени щебня на 100 проходящихъ въ день лошадей въ запряжкѣ. Если крѣпость наилучшаго матеріала выразить числомъ 20, то крѣпость x изслѣдуемаго матеріала, при которомъ теряется на верстѣ шоссе количество a щебня, опредѣлится легко изъ равенства:

$$x = \frac{20 \times 1,5}{a}.$$

Этот способ, кажущійся вполне естественнымъ и простымъ, не всегда приводитъ къ вѣрнымъ результатамъ и представляетъ много неудобствъ. Опредѣленіе изнашиванія щебеночной одежды посредствомъ промѣровъ не точно, такъ какъ измѣряемое уменьшеніе толщины слоя нерѣдко мало превосходитъ возможные ошибки при промѣрахъ. Наблюденія необходимо производить долгое время, въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ, чтобы извлечь изъ нихъ опредѣленные заключенія; кромѣ того наблюденія приходится начинать не тотчасъ по устройствѣ щебеночной одежды, а лишь по истеченіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ, когда щебень совершенно сольется въ твердую кору и начнетъ нормальное изнашиваніе слоя. Примѣненіе этого способа обходится очень дорого, такъ какъ для устройства пробнаго участка щебеночной одежды въ опредѣленномъ мѣстѣ изслѣдуемый каменный матеріалъ приходится доставлять издалека, а для производства непрерывныхъ наблюденій надъ проѣздомъ требуется содержаніе особыхъ наблюдателей.

Способъ лабораторныхъ опытовъ состоитъ въ изслѣдованіи тѣхъ свойствъ каменнаго матеріала, изъ совокупности которыхъ складывается его крѣпость. Этотъ способъ не требуетъ для полученія результатовъ ни долгаго времени, ни значительныхъ издержекъ, легко примѣнимъ къ одновременному испытанію большого числа каменныхъ породъ въ маломъ количествѣ, но позволяетъ выразить численно лишь отдѣльные свойства матеріала, не давая точныхъ указаній, въ какой мѣрѣ каждое изъ нихъ имѣетъ вліяніе на крѣпость матеріала или на изнашиваніе его.

Изнашиваніе каменнаго матеріала въ щебеночной одеждѣ является слѣдствіемъ разрушенія щебня: 1) раздавливаніемъ отъ давленія колесъ, 2) стираніемъ отъ тренія колесъ о поверхность шоссе и отъ взаимнаго тренія щебеноекъ и 3) раздробленіемъ отъ ударовъ, производимыхъ копытами лошадей и колесами экипажей. Сопротивленіе каменнаго матеріала раздавливанію, стиранію и раздробленію въ отдѣльности можно изслѣдовать лабораторнымъ путемъ.

Сопротивленіе каменнаго матеріала *раздавливанію* опредѣляется помощью гидравлическихъ или рычажныхъ прессовъ, устроенныхъ такъ, что ими можно производить сильное давленіе и измѣрять величину этого давленія. Изъ матеріала вытесываютъ правильный кубикъ, подвергаютъ его на прессѣ дѣйствию постепенно увеличивающагося

давленія и замѣчаютъ величину разрушающей силы. Эта сила, раздѣленная на площадь поперечнаго сѣченія кубика, даетъ сопротивленіе матеріала раздавливанію въ единицахъ вѣса на единицу площади.

Изъ многочисленныхъ опытовъ найдено, что сопротивленіе раздавливанію самаго крѣпкаго каменнаго матеріала достигаетъ 1200 пудовъ на кв. дюймъ. Если обозначить сопротивленіе такого матеріала коэффициентомъ 20, то коэффициентъ x , соответствующій всякому другому матеріалу съ сопротивленіемъ b , легко найдется по формулѣ:

$$x = \frac{20 b}{1200}.$$

Сопротивленіе каменнаго матеріала *стиранію* изслѣдуется посредствомъ прибора, устроеннаго впервые механикомъ *Стрюбомъ* (*Strube*) въ Парижѣ. Этотъ приборъ (фиг. 247) состоитъ изъ наждаковаго круга A , насаженнаго на-глухо на вертикальную ось B , которая вмѣстѣ съ кругомъ приводится во вращательное движеніе при помощи зубчатыхъ колесъ D и E рукояткою F . Ось B поддерживается станкомъ G , къ которому придѣланы два бездонныхъ ящика H и K и прикрѣплены два рычага L и M съ чашками. Образцы двухъ разныхъ породъ каменнаго матеріала, въ видѣ кубиковъ одинаковой величины, точно взвѣшиваются, вставляются въ бездонные ящики и прижимаются къ наждаковому кругу посредствомъ рычаговъ, на чашки которыхъ кладутся гири такого вѣса, чтобы нажатіе обоихъ образцовъ на кругъ было одинаково. При вращеніи круга кубики подвергаются стиранію, для измѣренія котораго образцы черезъ 3 или 4 часа вторично взвѣшиваются и опредѣляютъ для каждого изъ нихъ процентную потерю въ вѣсѣ.

Если сопротивленіе стиранію одной изъ испытываемыхъ породъ камня извѣстно и равно κ , то сопротивленіе другой породы получается изъ равенства: $x = \kappa \frac{p}{q}$, въ которомъ p —процентная потеря въ вѣсѣ образца первой породы, а q —такая же потеря образца второй. Обозначая сопротивленіе стиранію самаго крѣпкаго матеріала коэффициентомъ 20 и пользуясь тѣмъ же равенствомъ, легко выразить условнымъ числомъ сопротивленіе всякаго матеріала, испытаннаго на приборѣ.

Опыты надъ сопротивленіемъ каменнаго матеріала стиранію производятся въ широкомъ размѣрѣ въ Парижской городской меха-

нической лабораторіи, при выборѣ и приѣмѣ камня для замощенія улицъ. Въ послѣднее время тамъ сдѣланы въ описанномъ приборѣ нѣкоторыя измѣненія: наждаковый кругъ замѣненъ чугуннымъ, но введена посыпка поверхности его во время опыта пескомъ; для нажатія образцовъ служить, вмѣсто рычаговъ, тяжелыя свинцовыя плитки, накладываемыя на верхушки кубиковъ.

Сопротивленіе каменнаго матеріала *раздробленію* опредѣляется посредствомъ прибора, изобрѣтеннаго въ 1878 году въ Берлинѣ *Зибенэйхеромъ* (*Siebeneicher*), городскимъ строительнымъ инспекторомъ. Основная идея этого прибора очень проста: посредствомъ особаго стального сверла опредѣленной и всегда одинаковой формы, нагруженнаго постояннымъ грузомъ и падающаго съ опредѣленной высоты на одно и то же мѣсто испытываемаго камня, пробивается въ камнѣ скважина извѣстной глубины; число произведенныхъ при этомъ ударовъ принимается пропорціональнымъ сопротивленію каменнаго матеріала раздробленію.

Приборъ Зибенэйхера изображенъ на фигурѣ 248. Въ желѣзномъ станкѣ *A* прибора помѣщается вертикальный чугунный валикъ *B*, діаметромъ 2,5 дюйма, длиною 0,6 сажени и вѣсомъ около 4 пудовъ; къ нижнему концу его прикрѣплено стальное сверло *C*, подъ которымъ на деревянной подставкѣ помѣщается кубикъ испытываемаго матеріала. На валикъ надѣта муфта *D*, которую можно закрѣпить на валикѣ въ любомъ положеніи по высотѣ помощью прижимнаго винта. Валикъ можетъ двигаться по вертикальному направленію, проходя между прикрѣпленными къ станку роликами *L*. Это движеніе сообщается валику посредствомъ помѣщающагося въ томъ же станкѣ шкива *E* съ шестью выступами. Для испытанія каменнаго матеріала шкивъ *E* приводится во вращеніе около горизонтальной оси посредствомъ зубчатыхъ колесъ *F* и рукоятокъ *G*; при этомъ выступы шкива захватываютъ муфту и поднимаютъ валикъ до опредѣленной высоты, съ которой онъ затѣмъ падаетъ и ударяетъ концомъ сверла по кубику. На верхнемъ концѣ валика имѣется длинный пазъ *K*, въ который входитъ выступъ зубчатаго колесца *I*, надѣтаго свободно на валикъ; при вращеніи шкива *E*, находящіеся съ боку его зубцы толкаютъ конецъ рычага *H*, а послѣдній сообщаетъ движеніе колесцу *I*, вслѣдствіе чего при каждомъ подъемѣ сверла происходитъ небольшое вращеніе валика около вертикальной оси. Вы-

сота подъема сверла регулируется передвижением муфты вниз по муфты углубления сверла в кубикъ, а число падений сверла отбъ-
чается счетнымъ механизмомъ.

Опытъ продолжается отъ 3 до 6 часовъ и считается окончен-
нымъ, когда глубина скважины достигнетъ 3 дюймовъ; для пробивки
такой скважины приходится сдѣлать отъ 3000 до 9000 ударовъ
сверла, въ зависимости отъ сопротивленія матеріала раздробленію.
Получаемыя при опытахъ числа ударовъ, выражающія сопротивле-
ніе разныхъ породъ камня раздробленію, легко замѣнить соотвѣт-
ственными коэффициентами отъ 1 до 20.

Опыты на приборахъ Стрюба и Зибенэйхера обходятся довольно
дорого, потому что трудно вытесывать правильные кубики изъ кам-
ней очень твердыхъ породъ, какія главнымъ образомъ и употребля-
ются для шоссе. Кроме того на этихъ приборахъ сразу испытывается
только одинъ образецъ камня, и при изслѣдованіи каменныхъ мате-
ріаловъ приходится ограничивать испытаніе небольшимъ числомъ
образцовъ, которые вслѣдствіе неоднородности каменного матеріала
часто не представляютъ среднихъ свойствъ испытываемыхъ породъ.

Для испытанія шоссейнаго каменнаго матеріала *Девалемъ (Deval)*,
французскимъ кондукторомъ мостовъ и дорогъ, изобрѣтенъ приборъ,
въ которомъ испытываемый матеріалъ подвергается одновременно
дѣйствию тренія и слабыхъ ударовъ. Приборъ Деваля даетъ возмож-
ность испытывать разомъ значительное число мелкихъ кусковъ ка-
меннаго матеріала, полученныхъ простою бойкою, какъ щебень, и
потому не имѣетъ недостатковъ описанныхъ выше приборовъ.

Въ первоначальномъ видѣ приборъ Деваля (фиг. 249) состоитъ
изъ двухъ желѣзныхъ цилиндрическихъ ящиковъ *A* и *B*, длиною
14 и діаметромъ 8 дюймовъ, прикрѣпленныхъ къ желѣзной колѣн-
чатой полосѣ *C*, составляющей одно цѣлое съ горизонтальной осью
D. Въ одинъ изъ этихъ ящиковъ помѣщаютъ въ видѣ мелкаго щебня
7,5 фунтовъ матеріала, принимаемаго за основной типъ для срав-
ненія, а въ другой—въ такомъ же видѣ столько же испытываемаго
матеріала. По насыпкѣ щебня закрываютъ ящики крышками и при
помощи рукоятки *E* вращаютъ ось *D*, а вмѣстѣ съ нею и колѣн-
чатую полосу съ ящиками, со скоростью около 30 оборотовъ въ
минуту, въ теченіе около 15 часовъ. Во время этого вращенія ще-
бенки трутся одна о другую и ударяются о стѣнки ящиковъ, вслѣд-

ствіе чего часть каменнаго матеріала въ обоихъ ящикахъ размельчается въ порошокъ. Полученный порошокъ вмѣстѣ со щебнемъ извлекается изъ ящиковъ, отдѣляется отъ щебня промывкою и взвѣшивается. Всѣй порошка обратно пропорціоналенъ сопротивленію матеріала стиранію и раздробленію; поэтому, если сопротивленіе матеріала, принятаго за основной типъ, обозначить опредѣленнымъ коэффициентомъ, то и сопротивленіе испытываемаго матеріала выразится соотвѣтственнымъ коэффициентомъ.

Въ описанномъ видѣ приборъ Деваля съ успѣхомъ употребляется въ Парижской городской лабораторіи, для изслѣдованій при приѣмѣ шоссезнаго каменнаго матеріала и при выборѣ новыхъ карьеровъ. По свидѣтельству городскихъ инженеровъ онъ даетъ результаты, согласующіеся довольно хорошо съ практикою.

Въ 1879 году въ Парижѣ было произведено испытаніе большей части породъ каменнаго матеріала, употребляемаго для ремонта на французскихъ государственныхъ шоссе. Сопротивленіе каменнаго матеріала измелеченію отъ тренія и ударовъ было изслѣдовано приборомъ Деваля, измѣненнымъ нѣсколько для болѣе успѣшнаго дѣйствія. Измѣненный приборъ (фиг. 250) состоялъ изъ 8 ящиковъ, что давало возможность испытывать разомъ 7 породъ каменнаго матеріала; ящики были прикрѣплены по 4 къ двумъ колѣнчатымъ полосамъ, помѣщеннымъ рядомъ и приводимымъ во вращеніе одновременно помощью газовой машины. Въ каждый ящикъ насыпали по 12 фунтовъ испытываемаго матеріала; вращеніе производилось со скоростью 2000 оборотовъ въ часъ и опытъ продолжался 5 часовъ; число оборотовъ контролировалось счетчикомъ *F*.

Лабораторный способъ опредѣленія крѣпости каменныхъ матеріаловъ нерѣдко не даетъ результатовъ, вполне согласныхъ съ практикою, но приносить несомнѣнно большую пользу при классификаціи породъ камня, въ особенности еще неизвѣстныхъ въ практикѣ.

б) Ремонтъ мощеныхъ дорогъ и второстепенныхъ частей дорогъ.

96. Ремонтъ мощеныхъ дорогъ. Для мощеныхъ дорогъ ремонтъ имѣетъ гораздо меньше значенія, чѣмъ для шоссезнахъ: дурно устроенную мощеную дорогу невозможно улучшить самымъ стара-

тельнымъ ремонтомъ, хорошо же устроенная требуетъ мало заботъ впоследствии и держится удовлетворительно даже при небрежномъ ремонтѣ. Вообще для мощеныхъ дорогъ ремонтъ не такъ важенъ, какъ первоначальное устройство; поэтому ограничимся здѣсь лишь краткимъ объясненіемъ способовъ и пріемовъ ремонта этихъ дорогъ.

Работы по счисткѣ пыли и грязи, по осушенію и поливкѣ дорожной поверхности и по содержанію въ исправности обочинъ, канавъ и зимняго пути производятся на мощеныхъ дорогахъ такъ же, какъ и на шоссейныхъ. Особенности ремонта мощеныхъ дорогъ заключаются лишь въ способахъ исправленія дорожной одежды.

Булыжная мостовая разстраивается гораздо больше отъ выпучиванія и неравномѣрной осадки земляного полотна, чѣмъ отъ дѣйствія колесъ, производящихъ обыкновенно лишь небольшія перемѣщенія отдѣльныхъ камней. Разстройству сильнѣе всего подвергаются участки съ глинистымъ грунтомъ полотна, на которыхъ при наступленіи морозовъ или оттепелей камни группами выпираются или вдавливаются въ полотно и выходятъ изъ приданнаго имъ положенія; чѣмъ тоньше песчаный слой основанія и чѣмъ болѣе разница въ величинѣ отдѣльныхъ камней, тѣмъ значительнѣе бываютъ эти выпиранія и вдавливанія.

Разстройство булыжной мостовой проявляется образованіемъ ямъ и колеи. Для заделки отдѣльныхъ ямъ, разламываютъ въ мѣстахъ ямъ мостовую, снимаютъ съ этихъ мѣстъ булыжникъ, прибавляютъ къ старому песчаному слою немного новаго песка и снова замачиваютъ разобранныя мѣста мостовой. Для мощенія берутъ прежній булыжникъ, но выбрасываютъ изъ него слишкомъ мелкіе и расколовшіеся камни и замѣняютъ отброшенный матеріалъ новымъ. Такъ же исправляется мостовая и въ томъ случаѣ, когда на ней появляются отдѣльныя колеи небольшого протяженія.

Если на булыжной мостовой образуется много ямъ и длинныхъ колеи, или же она теряетъ надлежащую выпуклость и становится волнистою, то для приведенія дороги въ исправность мостовую перестилаютъ или перемачиваютъ сплошь на болѣе или менѣе значительныхъ участкахъ.

Перемощеніе булыжной мостовой дѣлается такъ: разламываютъ ломомъ старую мостовую, выравниваютъ старое песчаное основаніе, снявъ съ него взрыхленный и заплывшій грязью верхній слой, за-

тѣмъ насыпають на старое основаніе новый слой песка, толщиною не менѣе 3 дюймовъ, и по этому слою выстилають булыжную мостовую на-ново. Для мощенія употребляется булыжникъ, полученный отъ разломки и по величинѣ годный для мостовой, съ добавленіемъ къ нему нужнаго количества новаго матеріала для замѣны камней, ставшихъ слишкомъ мелкими отъ изнашиванія. Мелкій булыжникъ изъ старой мостовой отбрасывается въ сторону и разбивается въ мелкій щебень для защебенки перестланной мостовой.

При перестилкѣ мостовой лучше всего заградить для проѣзда всю дорогу и производить работу по всей ширинѣ мостовой. Если же этого сдѣлать нельзя, то мостовую раздѣляютъ по ширинѣ пополамъ и перестилають каждую изъ двухъ половинъ отдѣльно, пуская проѣздъ по одной половинѣ мостовой въ то время, когда другая перестилается.

Работы по сплошной перестилкѣ булыжной мостовой лучше всего производить весною, по просушкѣ земляного полотна, но до наступленія продолжительныхъ жаровъ. Въ городахъ съ водопроводами, гдѣ въ сухую погоду можно поливать улицы, цѣлая половина года, съ конца апрѣля до начала ноября, представляется временемъ удобнымъ для перестилки мостовой.

Каменная брусчатая мостовая съ песчанымъ основаніемъ подвергается поврежденіямъ троякаго рода:

1) Вслѣдствіе мѣстной порчи основанія или вслѣдствіе болѣе быстраго изнашиванія нѣкоторыхъ камней, верхушки отдѣльныхъ каменныхъ брусковъ опускаются, и образуются *ямки*.

2) Вслѣдствіе осадокъ песчанаго основанія или земляного полотна, отдѣльныя мѣста мостовой осѣдаютъ, и образуются *впадины*.

3) Отъ неравномѣрнаго изнашиванія верхнихъ граней камней, верхушки брусковъ *округляются* и получаютъ выпуклую форму, причемъ поверхность мостовой дѣлается неровною и скользкою.

Поврежденія перваго и втораго рода необходимо исправлять, какъ только они появляются, потому что присутствіе ихъ не только затрудняетъ проѣздъ, но и вызываетъ дальнѣйшее разстройство мостовой: ямки и впадины задерживають дождевую воду, которая, проникая въ швы мостовой, размягчаетъ земляное полотно и способствуетъ перемѣщенію камней; кромѣ того колеса экипажей при проходѣ черезъ ямки производятъ удары, отъ которыхъ сильно

страдаютъ камни мостовой, сосѣдніе съ опустившимися. Поврежденія третьяго рода лишаютъ мостовую весьма важнаго ея качества—гладкой поверхности, и дѣлаютъ проѣздъ тряскимъ, неудобнымъ и труднымъ. Исправленіе образующихся въ брусчатой мостовой поврежденій производится тремя способами: починкой, перестилкой и перемощеніемъ.

Для приведенія опустившихся верхушекъ отдѣльных каменныхъ брусковъ въ прежнее положеніе производится *починка* мостовой, заключающаяся въ слѣдующемъ: посредствомъ *дорожной иглы*, то есть палки съ длиннымъ желѣзнымъ остріемъ на концѣ (фиг. 251, *a*), очищаютъ на нѣкоторую глубину швы мостовой вокругъ каменнаго бруска, верхушка котораго опустилась. Затѣмъ брусокъ поднимаютъ на 1,5—2 дюйма посредствомъ особыхъ *ломовъ* (фиг. 251, *b*) и поддерживаютъ его въ такомъ положеніи съ помощью желѣзнаго клина или каменнаго осколка. Далѣе взрыхляютъ иглой или особой тонкой лопаткой весь песокъ, находящійся въ швахъ и прогоняютъ его подъ брусокъ. Наконецъ швы заполняютъ новымъ пескомъ и приводятъ брусокъ въ надлежащее положеніе, сильно ударяя по нему трамбовкою. Починка мостовой очень облегчается, если въ распоряженіи имѣется вода; приподнявъ камень, льютъ воду въ швы, такъ что она размываетъ находящійся въ нихъ песокъ и уноситъ его подъ каменный брусокъ.

При прямоугольной формѣ и значительной высотѣ камней, поднять намѣченный брусокъ описаннымъ способомъ бываетъ очень трудно; нерѣдко, стараясь поднять брусокъ, разламываютъ его ломомъ. Если каменный брусокъ разламывается во время починки мостовой или подъ дѣйствіемъ проѣзда, то его вынимаютъ совсѣмъ и, исправивъ основаніе, замѣняютъ новымъ брускомъ такого же качества и величины.

Для уничтоженія образовавшихся на мостовой впадинъ производятъ *перестилку* опустившихся мѣстъ. Съ этою цѣлью, очистивъ впадину отъ пыли и грязи, поднимаютъ тѣмъ же способомъ, какъ при починкѣ мостовой, одинъ каменный брусокъ изъ середины опустившагося мѣста. Вынувъ этотъ брусокъ, снимаютъ сосѣдніе камни мостовой по всему пространству впадины, удаляютъ верхній слой песчанаго основанія, пропитавшійся уличною грязью, и пополняютъ основаніе до надлежащей толщины присыпкой новаго слоя песка.

Часть присыпаннаго песка подбиваютъ подъ камни, окружающіе разобранное мѣсто и оставшіеся неснятыми, и затѣмъ укладываютъ снятые камни рядами на песокъ, какъ при новомъ мощеніи, располагая ихъ нѣсколько выше смежныхъ частей мостовой и осаживая трамбованіемъ.

Когда отъ долгаго дѣйствія проѣзда вся поверхность мостовой покроется ямками и впадинами, а верхушки камней сотрутся, округлятся и станутъ скользкими, то для приведенія мостовой въ исправность дѣлается необходимымъ *перемощеніе*, или перестройка ея. Мостовую разбираютъ, снятые каменные бруски сортируютъ и годные къ употребленію окалываютъ для приведенія къ надлежащему виду, а негодные замѣняютъ новыми. Затѣмъ исправляютъ основаніе мостовой замѣной загрязнившагося песка новымъ и на немъ выстилаютъ мостовую за-ново. При этомъ, если каменные бруски разной величины, то мостовую раздѣляютъ по длинѣ на нѣсколько участковъ и каждый изъ нихъ замащиваютъ брусками одинаковой величины, такъ распредѣляя матеріалъ, чтобы величина брусковъ измѣнялась постепенно и мало замѣтно.

Если каменные бруски имѣютъ форму параллелепипеда, то при перемощеніи ихъ переворачиваютъ и укладываютъ округленной гранью внизъ, безъ околки. Мостовую изъ брусковъ кубической формы нерѣдко перемасщиваютъ безъ околки камней два раза, укладывая бруски при второмъ перемощеніи такъ, чтобы округленные грани находились въ швахъ между рядами камней. Подобнымъ образомъ поступаютъ при перестройкѣ мостовой въ Вѣнѣ: гранитнымъ камнямъ кубической формы даютъ послѣдовательно положенія *a*, *b* и *c* (фиг. 252) и допускаютъ каждый разъ изнашивание камней на одинъ дюймъ по высотѣ. Перемощеніе этой мостовой на оживленныхъ улицахъ производится черезъ каждыя 6 лѣтъ при малой ширинѣ улицъ и черезъ 12 лѣтъ при большой; при первомъ перемощеніи добавляютъ 5% новыхъ брусковъ, при второмъ—10%.

Ремонтъ *асфальтовой мостовой* заключается въ исправленіи поврежденій асфальтоваго слоя и производится исключительно въ сухое лѣтнее время. Каждое поврежденное мѣсто асфальтоваго слоя взламываютъ особо, посредствомъ долота съ длинной рукоятію и молотка, или посредствомъ топора, затѣмъ края слоя вокругъ взломаннаго мѣста обрубаютъ отвѣсно и сдѣланный проломъ заполняютъ расплавленнымъ литымъ асфальтомъ или разогрѣтымъ асфальтовымъ

порошкомъ, смотря по способу устройства асфальтовой мостовой. Литой асфальтъ разстилается и разравнивается по бетонному основанію въ мѣстѣ взлома деревянной лопаткой; асфальтовый же порошокъ утрамбовывается нагрѣтой трамбовкой до сплотненія его въ твердую кору и до соединенія новаго слоя съ краями стараго. Взмамываніе поврежденныхъ мѣстъ, при исправленіи асфальтоваго слоя, безусловно необходимо, потому что иначе невозможно достигнуть соединенія новаго матеріала со старымъ.

Ремонтъ *деревянной мостовой* состоитъ въ замѣнѣ торцовъ, пришедшихъ въ негодность отъ дѣйствія проѣзда и гніенія. Обыкновенно эта замѣна дѣлается сплошь по всему пространству извѣженной мостовой, причемъ бетонное основаніе оставляютъ безъ перестройки, а досчатое перестилаютъ за-ново или только исправляютъ, замѣняя сгнившія доски новыми. Частныя исправленія *деревянной мостовой* не представляютъ никакого затрудненія, но работа эта приноситъ мало пользы, и потому къ ней прибѣгаютъ рѣдко. Свѣдѣнія объ изнашиваніи этой мостовой и о продолжительности ея службы приведены въ параграфахъ 61 и 65.

97. Ремонтъ второстепенныхъ частей дорогъ. Для поддержанія дороги въ исправномъ состояніи необходимо предупреждать и исправлять поврежденія, происходящія во второстепенныхъ частяхъ ея: обочинахъ, канавахъ, откосахъ, трубахъ, лоткахъ, водоспускахъ, мостахъ, огражденіяхъ, дорожныхъ знакахъ и зданіяхъ.

Ремонтъ *канавъ* и *обочинъ*, состоящій въ прочисткѣ первыхъ и въ срѣзкѣ, оправкѣ и загражденіи вторыхъ, описанъ выше въ параграфахъ 81 и 82, въ числѣ другихъ работъ по ремонтному содержанию шоссе.

Откосы выемокъ и насыпей повреждаются главнымъ образомъ стекающею по нимъ водою; поэтому ремонтъ откосовъ заключается въ укрѣпленіи поверхности ихъ и въ задылкѣ происшедшихъ въ нихъ размывовъ. Весною, по растаяніи снѣга, съ откосовъ убираютъ попавшіе на нихъ камни, щебенки и разный соръ, взрыхляютъ желѣзными граблями мѣста откосовъ, не успѣвшія зарости травой, и исправляютъ дерновую обдылку откосовъ. Лѣтомъ съ откосовъ скашиваютъ траву, чтобъ корни ея лучше укрѣплялись въ грунтѣ, а въ теченіе всего теплаго времени послѣ дождей засыпаютъ землю,

съ плотною утрамбовкою, узкіе желобки, вымываемые въ откосахъ выемокъ дождевою водою. Весною и осенью срѣзываютъ съ откосовъ горбы и другія неровности, стѣсняющія свободный стокъ воды, и укрѣпляютъ размываемыя части откосовъ дерновкой и застѣиваніемъ.

Иногда откосы подвергаются сильнымъ поврежденіямъ отъ волненія весеннихъ водъ при разливахъ рѣкъ, пересѣкаемыхъ дорогою, или отъ дѣйствія грунтовыхъ водъ; но работы, производимыя для предупрежденія и исправленія подобныхъ поврежденій, не относятся къ обыкновенному ремонту откосовъ.

Ремонтъ *трубъ* и *мостовъ* заключается въ охраненіи ихъ отъ подмывовъ и отъ порчи ледоходомъ, въ исправленіи происшедшихъ въ нихъ поврежденій по возможности въ самомъ началѣ и въ замѣнѣ обветшавшихъ частей новыми. При наступленіи весны, въ снѣгу, закрывающемъ отверстія трубъ и малыхъ мостовъ, прокапываютъ кюветы, чтобы предупредить застой воды передъ этими сооруженіями. Отверстія малыхъ трубъ нерѣдко закладываютъ на зиму хвойными вѣтками или досчатыми щитами, чтобы избѣгнуть занесенія ихъ снѣгомъ, удаленіе котораго при малой величинѣ трубъ затруднительно.

Предъ наступленіемъ ледохода, заблаговременно прорубаютъ у опоръ мостовъ борозды во льду, шириною до 0,5 сажени, чтобы движеніе льда не повредило этихъ опоръ; если горизонтъ воды въ рѣкѣ мѣняется зимой, то борозды у опоръ моста прорубаются въ первомъ тонкомъ слоѣ льда, покрывшемъ рѣку, и затѣмъ поддерживаются въ теченіе всего морознаго времени. Во время ледохода, представляющаго обыкновенно нѣкоторую опасность для мостовъ, въ особенности деревянныхъ, принимаютъ мѣры къ тому, чтобы передъ мостами не образовались зажоры, которые служатъ причиною подмывовъ опорныхъ частей, а иногда и разрушенія мостовъ. Съ этою цѣлью у большихъ деревянныхъ мостовъ, передъ которыми можно ожидать образованія зажоровъ, нанимаютъ на время сильнаго ледохода артели рабочихъ для раздѣленія остаивающихся у мостовъ льдинъ на части и для пропуски ихъ въ пролеты мостовъ.

Деревянные мосты требуютъ большихъ заботъ для своевременной замѣны новыми частей, приходящихъ въ негодность отъ гніенія; особенное вниманіе должно быть обращено на содержаніе въ исправности мостового полотна, такъ какъ отъ степени проницаемости его для воды существенно зависитъ долговѣчность мостовъ. Щебеночную

одежду на мостахъ слѣдуетъ исправлять старательнѣе, чѣмъ на земляномъ полотнѣ дороги, а досчатый настилъ необходимо поддерживать замѣною износившихся досокъ новыми, ранѣе образованія проломовъ.

Ремонтъ каменныхъ и желѣзныхъ мостовъ несравненно проще и легче ремонта деревянныхъ. Для поддержанія въ исправности каменныхъ мостовъ и трубъ, по временамъ расшиваютъ внѣшніе швы каменной кладки новымъ цементнымъ растворомъ и помѣщаютъ на прежнія мѣста вывалившіеся камни; заботливымъ исполненіемъ этой работы можно предупредить крупныя поврежденія, вызывающія перестройку сооружений. На желѣзныхъ мостахъ возобновляется чрезъ извѣстные промежутки времени окраска, что крайне важно для сохраненія металлическихъ частей отъ ржавчины.

Посадки деревьевъ вдоль дорогъ требуютъ много заботъ, особенно въ первые годы существованія. Въ первыя десять лѣтъ по насажденіи деревьевъ землю у подошвы ихъ необходимо по временамъ, одинъ или два раза въ годъ, взрыхлять, чтобы воздухъ и дождевая вода лучше проникали къ корнямъ. вмѣстѣ съ этимъ слѣдуетъ поддерживать въ исправности ямки вокругъ стволовъ, сдѣланныя на обочинахъ или на обрѣзахъ дороги при насажденіи деревьевъ. Кромѣ того деревья необходимо освобождать отъ гусеницъ, очищать отъ вырастающихъ низко отростковъ, оправлять обрѣзкою вѣтокъ, дурно идущихъ или слишкомъ длинныхъ, и подрѣзывать сверху. Наконецъ для поддержанія посадокъ слѣдуетъ замѣнять засохшія или вымерзшія деревья новыми, а для разведенія послѣднихъ устраивать мѣстами у самыхъ шоссе питомники. Для правильного выполненія всѣхъ этихъ работъ надзоръ за аллеями деревьями на дорогахъ поручаютъ особымъ садовникамъ, опытнымъ въ дѣлѣ разведенія растений.

Ремонтъ *огражденій* и *указательныхъ знаковъ* зависитъ отъ матеріала ихъ и отъ устройства. Деревянные огражденія и знаки требуютъ возобновленія по временамъ окраски и замѣны штукъ, пришедшихъ въ ветхость отъ гніенія, новыми. На каменныхъ указательныхъ знакахъ необходимо возобновлять надписи, такъ какъ онѣ дѣлаются со временемъ неясными. Каменные перильныя стѣнки приходится нерѣдко перекаладывать, такъ какъ онѣ сильно страдаютъ отъ подмывовъ и осадокъ полотна, случающихся довольно часто на горныхъ дорогахъ.

VIII.

Главнѣйшія статистическія свѣдѣнія о русскихъ шоссе.

98. Постепенность устройства, стоимость сооружения, протяженіе и пролеганіе казенныхъ шоссе. Постройка шоссеиныхъ дорогъ въ Россіи начата правительствомъ въ 1817 году. Сначала, до 1840 года, работы по проведенію шоссе шли медленно, такъ что въ среднемъ ежегодно открывалось всего около 34 верстъ шоссе. Слѣдующее затѣмъ двадцатилѣтіе, съ 1840 до 1860 года, было временемъ крупнѣйшихъ работъ по сооруженію шоссеиныхъ дорогъ на средства казны; въ теченіе этого двадцатилѣтія ежегодно отстраивалось въ среднемъ около 258 верстъ шоссе. Съ 1860 года дѣятельность постройки шоссе стала все болѣе и болѣе ослабѣвать и къ 1867 году почти совершенно прекратилась; въ среднемъ за время съ 1860 по 1867 годъ проводилось ежегодно около 105 верстъ шоссе. Послѣ девятилѣтняго перерыва постройка шоссе вновь началась, но до 1883 года ограничивалась незначительными протяженіями, составлявшими въ среднемъ не болѣе 15 верстъ въ годъ. Въ теченіе слѣдующихъ 6 лѣтъ отстраивалось ежегодно въ среднемъ около 60 верстъ шоссе. Съ 1889 года дѣятельность постройки шоссе на средства казны еще болѣе усилилась и выражается за послѣднія 16 лѣтъ, съ 1889 по 1905 годъ, въ среднемъ 220 верстами въ годъ.

Сооруженіе шоссеиныхъ дорогъ, проведенныхъ до 1867 года, обошлось казнѣ въ среднемъ по 11.500 рублей за версту. Стоимость шоссе, построенныхъ съ 1883 года, съ отчужденіемъ земель и содержаніемъ администраціи, составляетъ въ среднемъ около

11.000 рублей за версту и измѣняется въ предѣлахъ отъ 5.534 до 17.015 рублей, въ зависимости главнымъ образомъ отъ цѣны щебня и отъ характера мѣстности. Постройка шоссе обходится теперь немного дешевле, чѣмъ прежде, вслѣдствіе уменьшенія ширины земляного полотна, упрощенія типовъ искусственныхъ сооружений и болѣе правильнаго выбора направленія дорожныхъ линій.

Въ настоящее время (1 января 1905 года) въ вѣдѣніи министерства путей сообщенія состоитъ 16.410 верстъ шоссеиныхъ дорогъ,—въ томъ числѣ 14.978 верстъ собственно шоссе, 307 верстъ каменныхъ мостовыхъ и 1.125 верстъ грунтовыхъ дорогъ. Изъ общаго протяженія шоссеиныхъ дорогъ 11.885 верстъ завѣдывается министерствомъ черезъ посредство правленій округовъ путей сообщенія и 433 версты—черезъ посредство технического присутствія по устройству Черноморскаго береговаго шоссе, 4.041 верста находится во временномъ завѣдываніи земствъ Московской, Тульской, Калужской, Ярославской, Петербургской, Воронежской, Орловской, Новгородской, Владимірской, Тверской, Курской, Рязанской и Черниговской губерній и ремонтируется земствами на средства казны, подъ наблюденіемъ правительственной инспекціи, а 51 верста состоитъ въ завѣдываніи Могилевскаго губернскаго распорядительнаго комитета.

Шоссеиныя дороги, состоящія въ вѣдѣніи министерства путей сообщенія, пролегаютъ въ 46 губерніяхъ. Изъ указаннаго общаго протяженія ихъ 8.709 верстъ находится въ 27 губерніяхъ средней полосы Россіи, 3.211 верстъ—въ 9 губерніяхъ Привислинскаго края, 577 верстъ—въ Крыму и 3.913 верстъ—на Кавказѣ. Больше всего казенныхъ шоссе имѣется въ губерніяхъ: Гродненской (1.200 в.), Петербургской (875 в.), Варшавской (653 в.), Могилевской (649 в.), Волынской (613 в.), Таврической (577 в.), Новгородской (572 в.), Московской (507 в.), Сувалкской (506 в.) и Ломжинской (500 в.).

99. Стоимость ремонта казенныхъ шоссе и перечень вновь сооружаемыхъ дорогъ. Полная стоимость обыкновеннаго и капитальнаго ремонта казенныхъ шоссе, находящихся въ завѣдываніи правленій округовъ путей сообщенія, достигаетъ 5.685.600 рублей

въ годъ, что составляетъ на версту въ среднемъ около 465 рублей (по даннымъ за 1900 годъ).

Ежегодно для поддержанія, исправленія и утолщенія щебеночной одежды разсыпается на этихъ шоссе 52.322 кубич. сажени щебня, что составляетъ въ среднемъ на версту шоссе 4,28 куб. сажени. Средняя цѣна щебня для всего протяженія шоссе—40 рублей 53 коп.; цѣна щебня на отдѣльныхъ участкахъ шоссе весьма различна и измѣняется въ предѣлахъ отъ 126 рублей на участкѣ Кіевскаго шоссе, отъ Чемеръ до Козельца, до 13 рублей 60 коп. на участкѣ Александропольскаго шоссе, отъ Александрополя къ Делижану. Качества каменнаго матеріала также очень различны, но преобладаютъ породы средней крѣпости, а очень крѣпкія породы встрѣчаются рѣдко.

Полная стоимость ремонта составляется изъ слѣдующихъ расходовъ: заготовка щебня—35,1%, разсыпка щебня—3,2%, перестройка шоссе и мощеніе съ матеріалами—6,5%, работы по ремонтному содержанію шоссе—22,0%, перестройка, исправленіе и содержаніе мостовъ и трубъ—19,7%, содержаніе наплавныхъ мостовъ и переправъ—2,7%, постройка и ремонтъ дорожныхъ зданій—3,8%, ремонтъ дорожныхъ знаковъ и огражденій, исправленіе весеннихъ поврежденій и прочіе расходы—7,0%.

Въ настоящее время (1 января 1905 года) министерствомъ путей сообщенія производится постройка слѣдующихъ шоссе-ныхъ дорогъ: Аибгинской нагорной дороги, отъ с. Молдовки до с. Аибги, длиною 38,5 верстъ, Батумо-Ардаганской дороги, отъ р. Аджарисъ-Цхали до Яланусчамскаго перевала, длиною 158 верстъ, Аваро-Кахетинской дороги, отъ укр. Сацхенись до р. Гидатля, черезъ Вантляшетскій переваль, длиною 126 верстъ, Мерденекъ-Ольгинской дороги, отъ уроч. Мерденекъ до с. Ольтъ, длиною 68 верстъ, и Манглисской дороги, отъ уроч. Манглиса до уроч. Храма, длиною 31 верста. Всѣ эти дороги находятся въ предѣлахъ Кавказа.

Кромѣ того, въ настоящее время военнымъ вѣдомствомъ, при техническомъ участіи министерства путей сообщенія, сооружается 10 линій шоссе въ Западномъ краѣ, общимъ протяженіемъ 371 верста. Изъ этихъ линій болѣе значительными по длинѣ представляются слѣдующія: шоссе Гродно-Лида (104 в.), шоссе Ровно-Млыновъ

(49 в.), шоссе Млыновъ-Пляшево (37 в.), шоссе Слонимъ-Ружаны (37 в.), шоссе Менжининъ-Ломжа (34 в.) и шоссе Пружаны-Запруды (27 в.).

100. Состояніе сѣти русскихъ шоссеиныхъ дорогъ. Сѣть русскихъ шоссеиныхъ дорогъ до сихъ поръ еще крайне слабо развита. Общее протяженіе шоссеиныхъ дорогъ, казенныхъ, земскихъ, городскихъ и прочихъ, въ Европейской Россіи, вмѣстѣ съ Кавказомъ, выражается въ настоящее время слѣдующими числами:

1) казенныхъ шоссе, состоящихъ въ вѣдѣніи министерства путей сообщенія,	16.410	верстъ,
2) шоссе, построенныхъ правительствомъ, но переданныхъ въ собственность земствъ и городовъ,	277	»
3) земскихъ шоссе въ Царствѣ Польскомъ	5.373	»
4) шоссе, принадлежащихъ земствамъ, городамъ, обществамъ и частнымъ лицамъ,	6.268	»
а всего	28.328	верстъ.

Въ 19 губерніяхъ и областяхъ Европейской Россіи, занимающихъ пространство въ 2.895.430 квадр. верстъ и населенныхъ 33.713.000 жителей, почти совсѣмъ нѣтъ шоссеиныхъ дорогъ. Указанныя выше 28.328 верстъ шоссе находятся въ остальныхъ 52 губерніяхъ и областяхъ, на пространствѣ 1.960.749 квадр. верстъ съ населеніемъ въ 79.207.000 жителей. Если отнести все протяженіе русскихъ шоссе къ пространству и населенію только послѣднихъ губерній и областей, то оказывается, что даже въ этой части Россіи приходится въ среднемъ лишь по 7 сажень шоссе на квадр. версту пространства и по 18 сажень шоссе на 100 жителей.

Эти среднія величины сами по себѣ очень малы, но ничтожность ихъ становится особенно замѣтною, если сравнить полученные числа съ соотвѣтственными числами, опредѣленными для государствъ Западной Европы. Въ помѣщаемой ниже таблицѣ сопоставлены, для сравненія принимаемой въ расчетъ части Россіи съ государствами Западной Европы, численныя величины

пространства, населенія и общей длины шоссейныхъ дорогъ, а также среднія числа протяженія шоссе на 1 квадр. версту и на 100 жителей.

Названія государствъ.	Пространство въ квадр. верстахъ.	Число жителей.	Длина шоссе въ верстахъ.	Среднее протяженіе шоссе въ саженьяхъ.	
				На 1 кв. версту.	На 100 жителей.
Россія (въ 52 губер- ніяхъ и областяхъ) .	1.960.749	79.207.000	28.328	7	18
Франція	464.500	37.371.000	455.635	490	609
Англія	276.130	35.247.000	186.930	338	265
Бельгія	25.889	5.537.000	22.966	444	207
Баденъ	13.252	1.570.000	8.061	304	257
Баварія	66.663	5.285.000	18.961	142	179
Швеція	395.940	4.579.000	50.619	64	553
Вюртембергъ	17.139	1.971.000	3.803	144	96
Австрія	549.750	37.741.000	87.818	80	116
Пруссія	305.900	27.279.000	39.322	64	72
Испанія	439.890	16.623.000	18.747	21	56

Изъ этой таблицы видно, что даже та часть Россіи, въ которой имѣются шоссейныя дороги, владѣетъ ничтожнымъ протяженіемъ ихъ сравнительно съ западно-европейскими государствами.

Л и т е р а т у р а.

Волковъ М. Проектированіе, построеніе и содержаніе дорогъ. Журналъ Главнаго управленія путей сообщенія за 1857 г., томъ 25. Стр. 117.

Васильевъ А. Матеріалы для проекта сточныхъ трубъ и мостовыхъ въ городахъ и преимущественно въ С.-Петербургѣ. Журналъ Главнаго управленія путей сообщенія за 1861 и 1862 гг.

Гофмейстеръ А. Практическія замѣтки о шоссе и его ремонтъ. Журналъ Главнаго управленія путей сообщенія за 1863 г., томъ 39. Стр. 21.

Головачевъ Е. Объ устройствѣ земскихъ дорогъ и отношеніи ихъ къ желѣзнымъ путямъ для развитія производительности Россіи. Стр. 392. Кіевъ, 1870.

Казнаковъ В. О шоссеино-дорожной сѣти. Журналъ Министерства путей сообщенія за 1871 г. Стр. 21.

Гофмейстеръ А. О результатахъ наблюденій надъ щебеночнымъ слоємъ шоссе. Журналъ Министерства путей сообщенія за 1871 г. Стр. 12.

Бакуринскій К. О ремонтѣ щебеночнаго слоя шоссе очень крѣпкимъ и очень слабымъ щебнемъ, съ изложеніемъ способовъ предупрежденія поврежденій въ щебеночномъ слоѣ. Журналъ Министерства путей сообщенія за 1871 г. Стр. 57.

Петуниковъ А. Мостовыя въ главныхъ городахъ Западной Европы. Отчетъ о поѣздкѣ за границу. Стр. 91. Москва, 1876.

Казнаковъ В. Сборникъ земскихъ дорожныхъ построекъ. Выпускъ 1, устройство и содержаніе грунтовыхъ дорогъ. Стр. 95. С.-Петербургъ, 1877 г.

Лайссле Ф. Проѣзжія дороги. 1-е изданіе. Переводъ М. Ляхницкаго. Стр. 270. С.-Петербургъ, 1884.

Шульце О. О построеніи шоссеиныхъ дорогъ. Переводъ М. Ляхницкаго. Стр. 50. С.-Петербургъ, 1886.

Сенницкій Ф. Шоссеиные паровые катки въ Варшавскомъ округѣ п. с. Журналъ Министерства п. с. за 1888 г. Стр. 8.

Бакуринскій К. О ремонтѣ шоссе. Стр. 78. С.-Петербургъ, 1893.

Сборникъ правительственныхъ распоряженій по управленію шоссе-ными и водяными сообщеніями съ 1834 по 1894 годъ. Стр. 1322. С.-Петербургъ, 1894.

Сеницкий Ф. Описаніе казеннаго клинкернаго завода съ газообжига-тельной печью въ г. Замостьѣ. Стр. 37. Полтава, 1896.

Смирновъ Н. Наставленія шоссеино-дорожнымъ мастерамъ при ремонтѣ шоссе. Стр. 84. Москва, 1899.

Никольскій А. Очеркъ современной постановки шоссеино-дорожнаго дѣла во Франціи. Стр. 92. С.-Петербургъ, 1904.

Pechmann H. Anleitung zum Bau und zur Erhaltung der Haupt- und Vicinal-Strassen. 200 S. München, 1822.

Kaven. Der Wegebau. Vorträge über Ingenieur-Wissenschaften an der polyt. Schule zu Aachen. 350 S. Hannover. 1870.

Leuchs J. Strassenbau. 37 S. Nürnberg, 1877.

Bavier S. Die Strassen der Schweiz. 153 S. Zürich, 1878.

Ammon K. Die Unterhaltung der Kunst-Strassen. 32 S. Leipzig, 1880.

Müller E. Der Chausseebau und seine Hilfswissenschaften. 224 S. Jena, 1881.

Launhardt. Die Steigungs-verhältnisse der Strassen. Hannover, 1880.

Krüger R. Handbuch des gesammten Strassenbaues in Städten. 536 S. Jena, 1881.

Dietrich E. Die Asphalt-Strassen. Beschaffung der Rohmaterialien, Bau der Fahrdämme und Fusswege. 207 S. Berlin, 1882.

Osthoff G. Der Strassen- und Wegebau in seinem ganzen Umfange. 349 S. Leipzig, 1882.

Schultze O. Zum Schaussee-Bau. Rathschläge und Hilfsmittel. 50 S. Guben, 1883.

Laissle F. Strassenbau. Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, herausgegeben von E. Heusinger von Waldegg. 2 Auflage. 280 S. Leipzig, 1884.

Petrlik S. Das Walzen der Strassen als Mittel zur Erzielung von Ersparnissen bei deren Erhaltung. 38 S. Prag, 1884.

Mach E. Die gewalzte Strasse, ihr Bau und ihre Erhaltung. 46 S. Brünn, 1885.

Dietrich E. Die Baumaterialien der Steinstrassen. Beschaffenheit, Vorkommen und Gewinnung derselben. 282 S. Berlin, 1885.

Zöller. Die gesetzlichen Bestimmungen über die Breite der Radfelgen und die Ladegewichte der Fuhrwerke. Centralblatt der Bauverwaltung, 1890.

Loewe F. Strassenbaukunde. 450 S. Wiesbaden, 1895.

Weicht A. Bau von Strassen und Strassenbahnen. 192 S. Berlin, 1902.

Laissle F. Der Strassenbau einschliesslich der Strassenbahnen. Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, 3 vermehrte Auflage. Leipzig, 1902.

Morin A. Expériences sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs qu'elles exercent sur les routes. Paris, 1842.

Darcy. Rapport sur le pavage et le macadamisage des chaussées de Londres et de Paris. 246 p. Paris, 1850.

Debauve A. Routes. Manuel de l'ingénieur des ponts et chaussées. 268 p. Paris, 1873.

Dubosque I. Instructions pratiques sur la réparation et l'entretien des chaussées en empierrement. 49 p. Paris, 1876.

Doniol A. Instruction pratique pour la surveillance des travaux d'entretien des routes nationales et des chemins vicinaux. 223 p. Paris, 1878.

Birôt F. Guide pratique du conducteur des ponts et chaussées et de l'agent voyer. 1-e partie. Routes. 279 p. Paris.

Ministère des travaux publics. Détermination directe de la qualité des matériaux d'entretien. 82 p. Paris, 1880.

Barabant. Note sur les questions de viabilité. Nettoiement, empierrement, pavage en pierre et en bois, asphalt et tramways. Voyage d'étude à Londres. 124 p. Paris, 1884.

Cheysson M. La circulation sur les routes nationales d'après les comptages de 1882. Extrait du Journal de la société de statistique de Paris. 24 p. Nancy, 1884.

Durand-Claye L. et Marx L. Routes et chemins vicinaux. Encyclopédie des travaux publics, fondée par M. Lechalas. 624 p. Paris, 1885.

Dupin E. Rechargements généraux cylindrés. 250 p. Paris, 1895.

Berthot P. Traité des routes, rivières et canaux. T. 1. Routes. Encyclopédie théorique et pratique des connaissances civiles et militaires. 421 p. Paris.

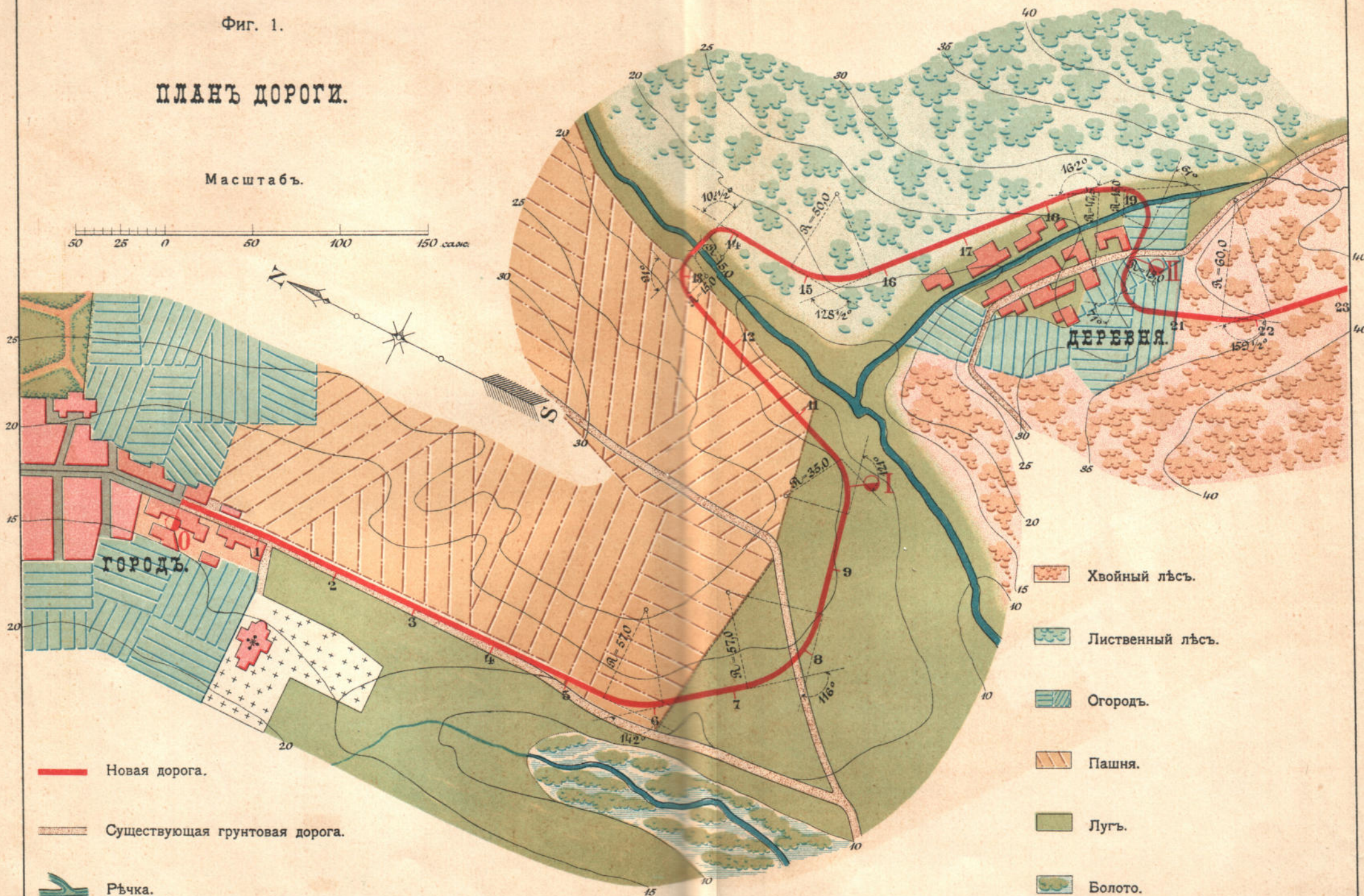
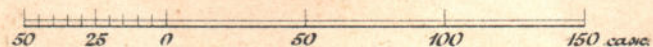
Roux O. Routes et chemins vicinaux. 572 p. Paris, 1901.



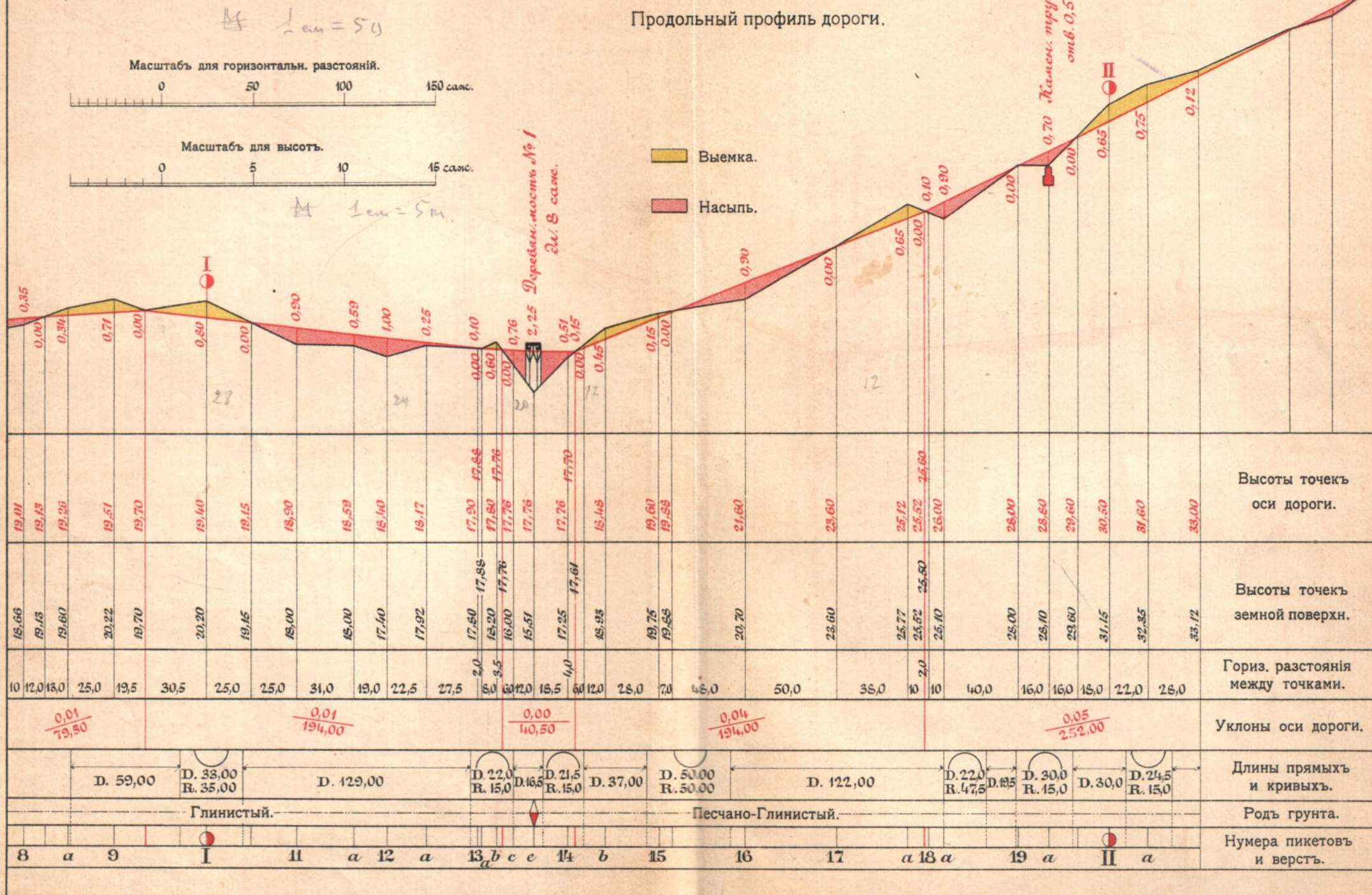
Фиг. 1.

ПЛАНЪ ДОРОГИ.

Масштабъ.



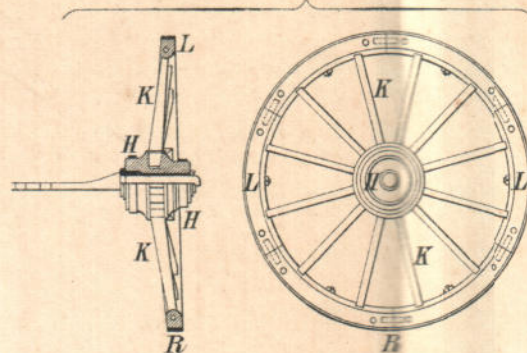
Фиг. 2.
Продольный профиль дороги.



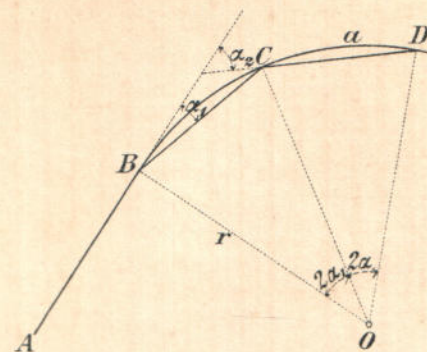
Фиг. 3. Поперечные профили дороги.



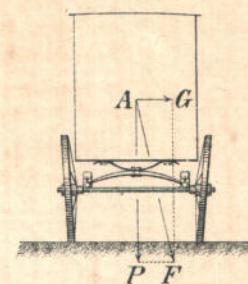
Фиг. 7.



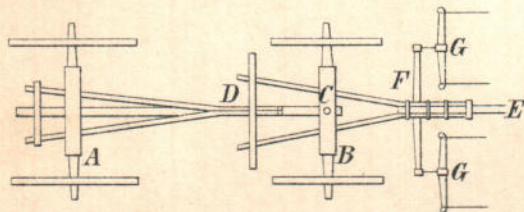
Фиг. 12.



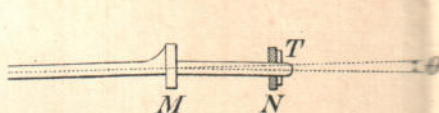
Фиг. 13.



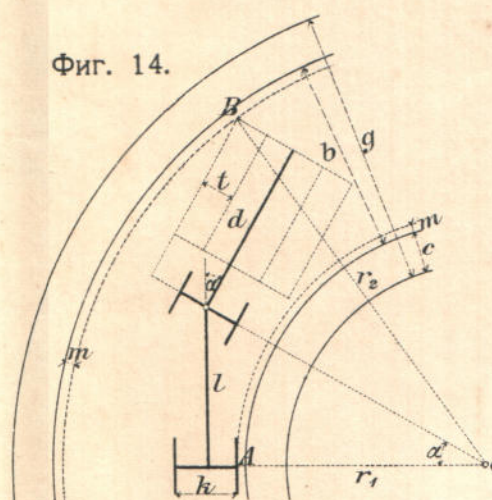
Фиг. 4.



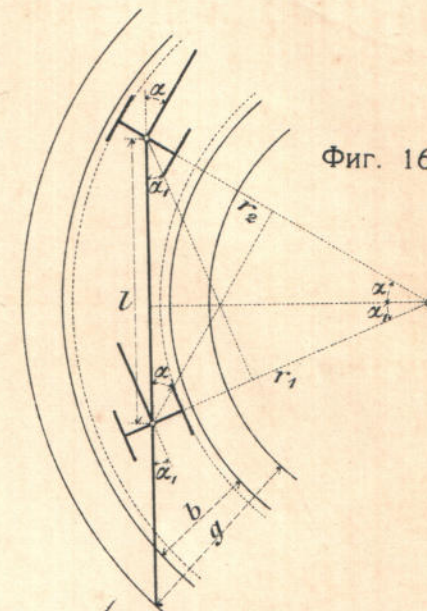
Фиг. 8.



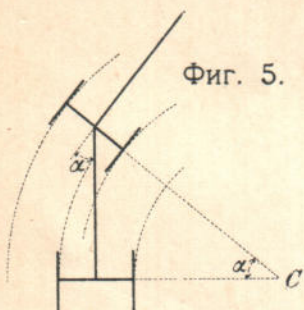
Фиг. 14.



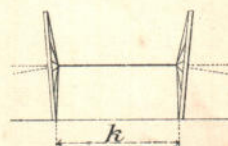
Фиг. 16.



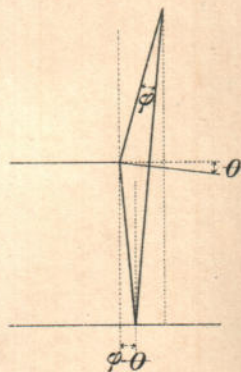
Фиг. 5.



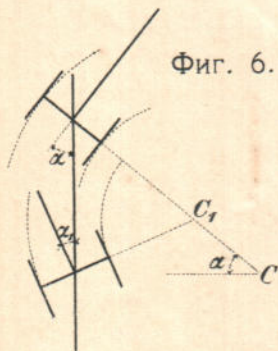
Фиг. 11.



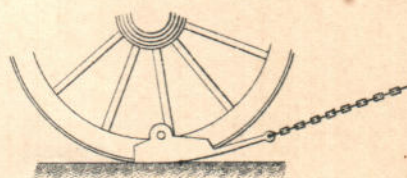
Фиг. 9.



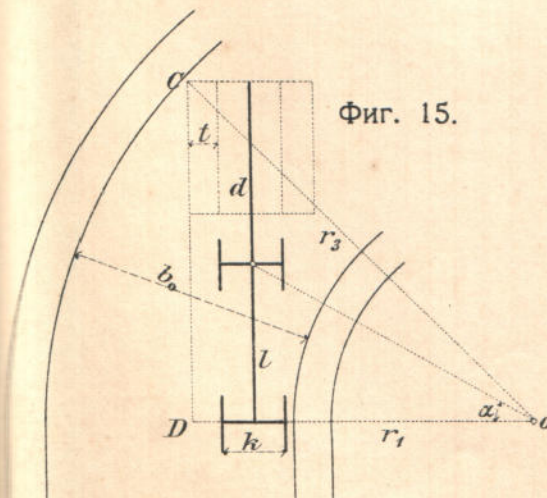
Фиг. 6.



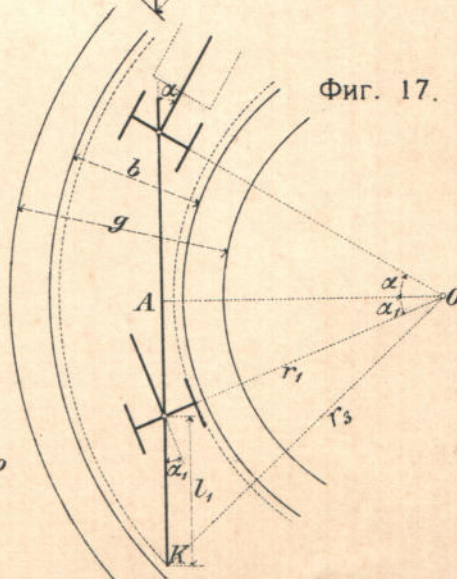
Фиг. 10.



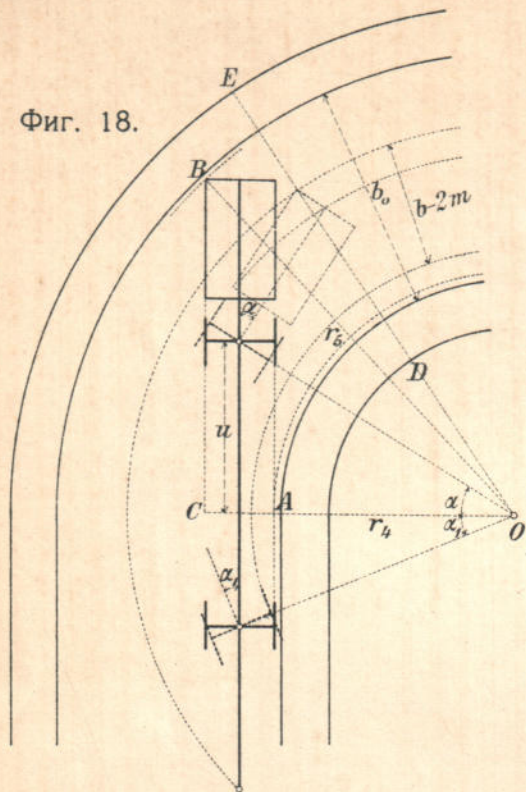
Фиг. 15.



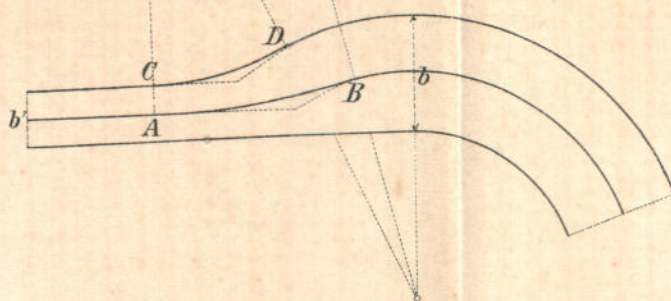
Фиг. 17.



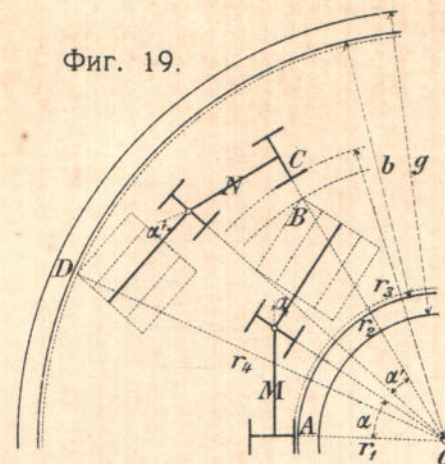
Фиг. 18.



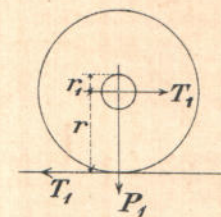
Фиг. 20.



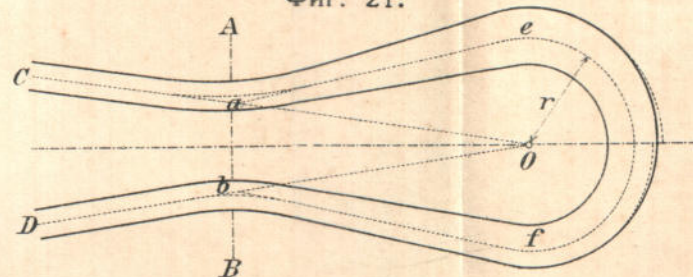
Фиг. 19.



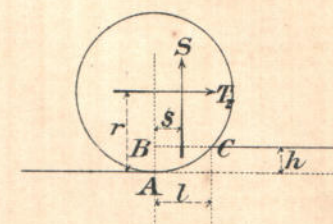
Фиг. 23.



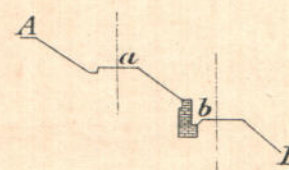
Фиг. 21.



Фиг. 24.



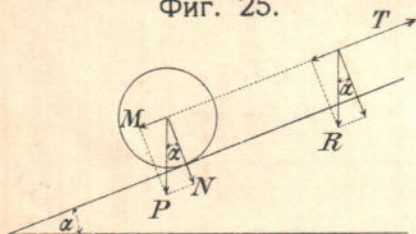
Фиг. 22.



Фиг. 27



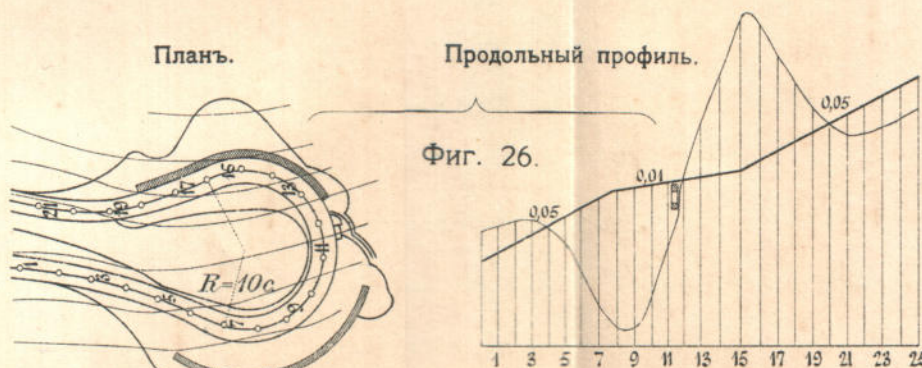
Фиг. 25.



Планъ.

Продольный профиль.

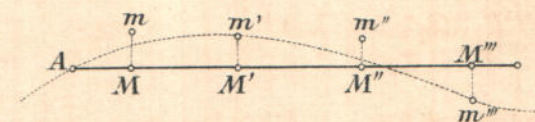
Фиг. 26.



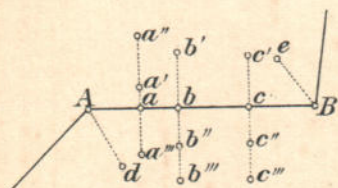
М. 1:2500.

М. 1:5000

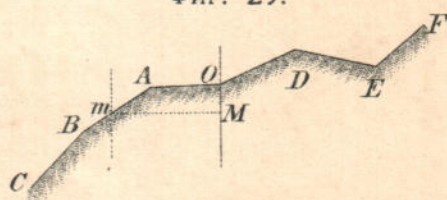
Фиг. 30.



Фиг. 28.



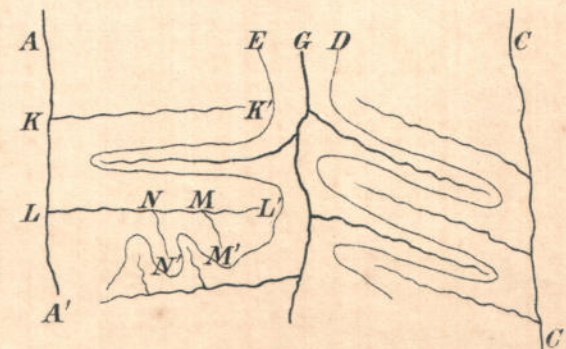
Фиг. 29.



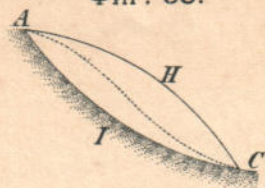
Фиг. 31.



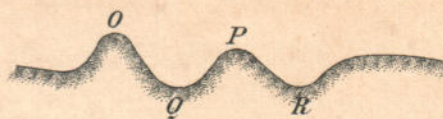
Фиг. 32.



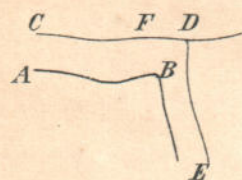
Фиг. 33.



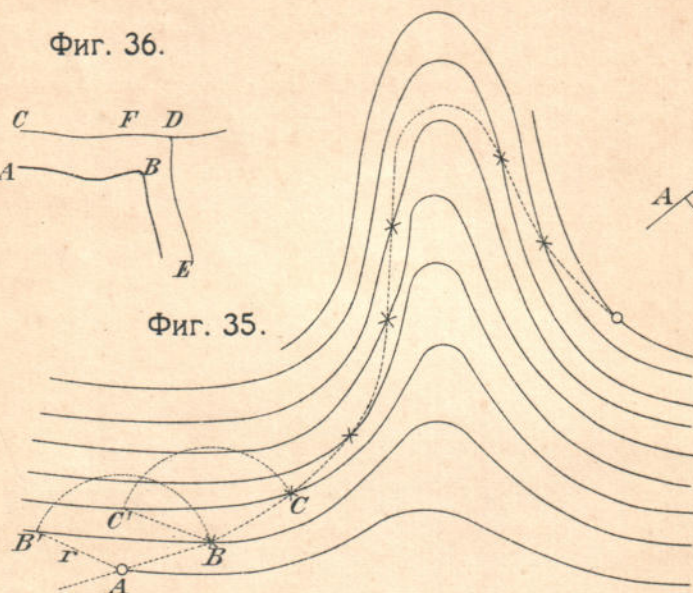
Фиг. 34.



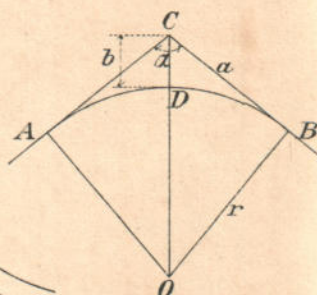
Фиг. 36.



Фиг. 35.



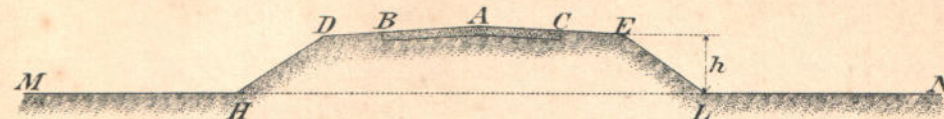
Фиг. 37.



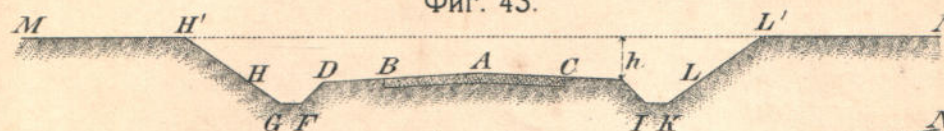
Фиг. 38.



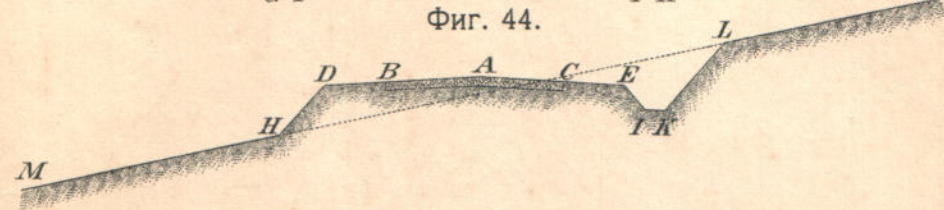
Фиг. 42.



Фиг. 43.



Фиг. 44.



Фиг. 39.



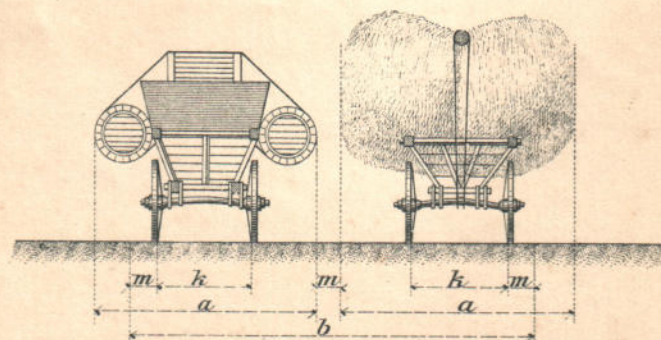
Фиг. 40.



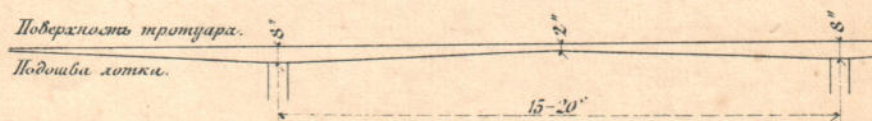
Фиг. 41.



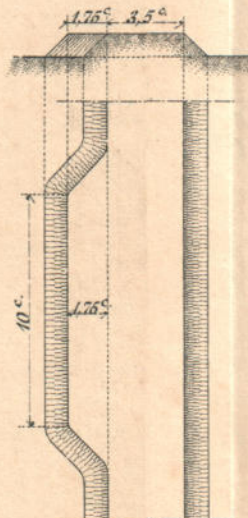
Фиг. 45.



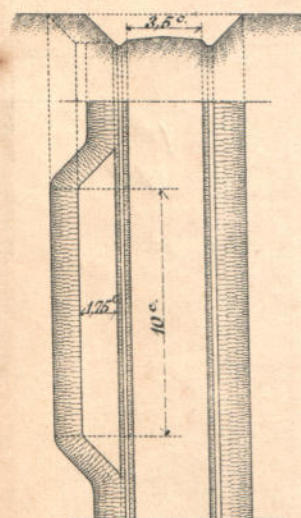
Фиг. 50.



Фиг. 47.



Фиг. 48.



Фиг. 49.



Фиг. 46.



Фиг. 52.



Фиг. 53.



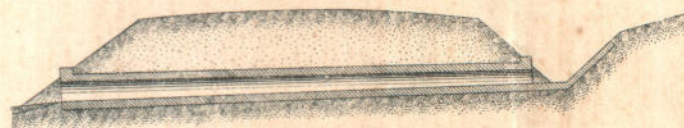
Фиг. 58.



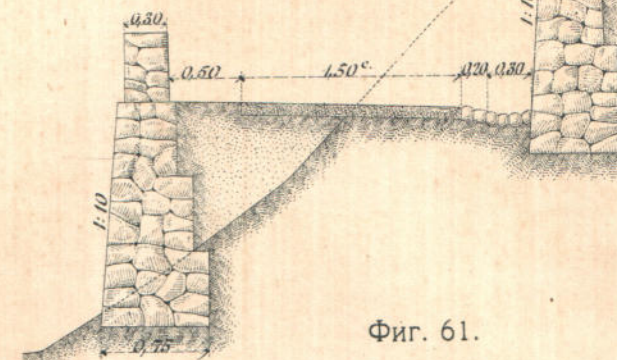
Фиг. 51.



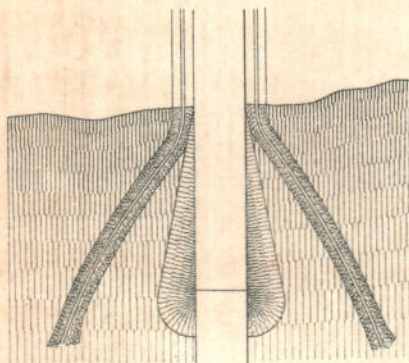
Фиг. 56.



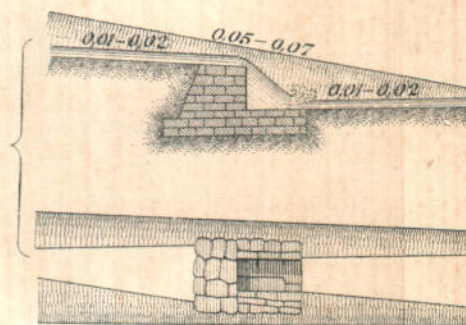
Фиг. 60.



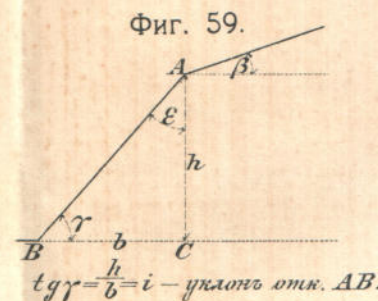
Фиг. 54.



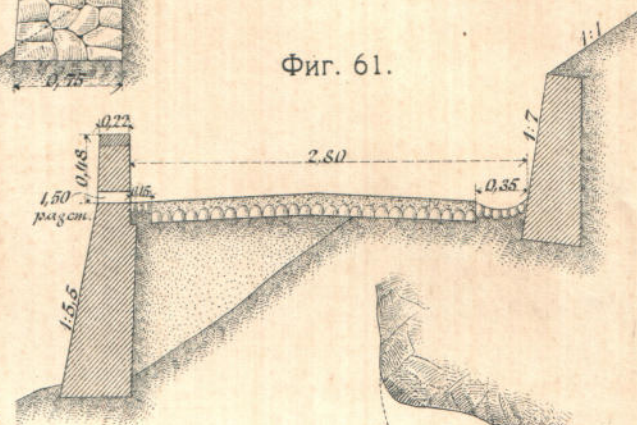
Фиг. 55.



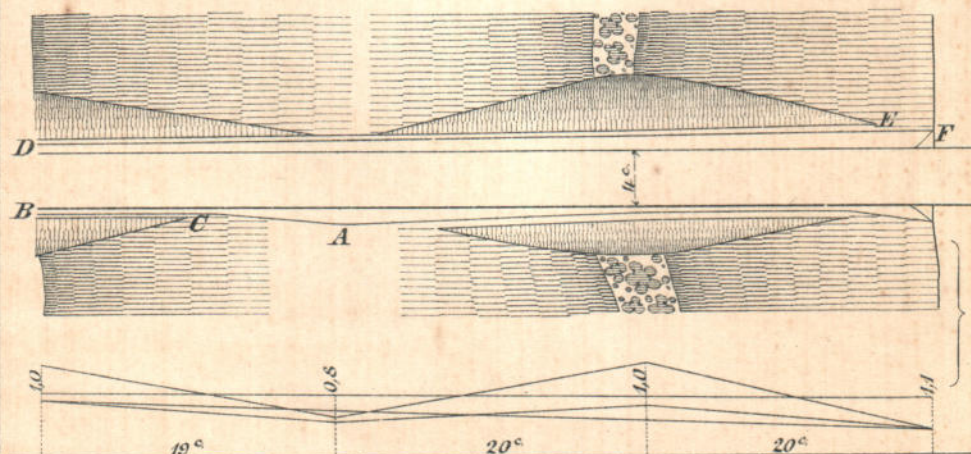
Фиг. 59.



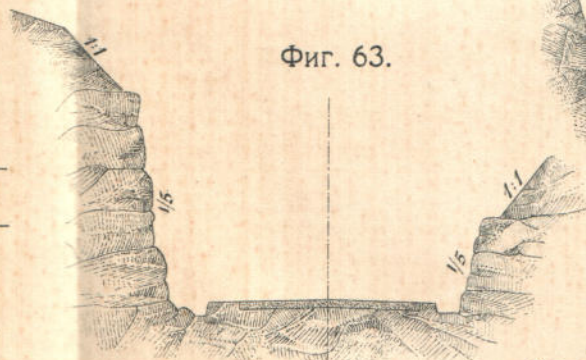
Фиг. 61.



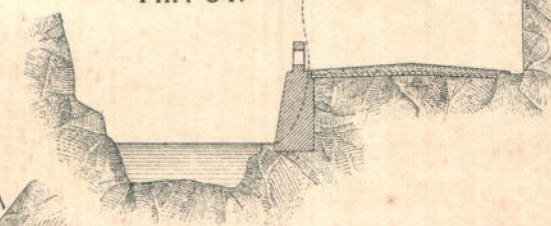
Фиг. 57.



Фиг. 63.



Фиг. 64.



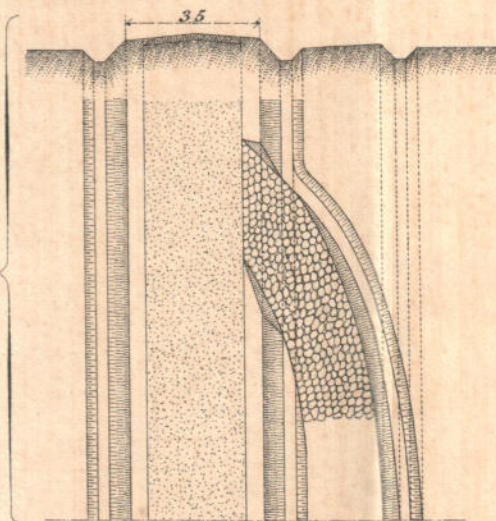
Фиг. 62.



Фиг. 65.

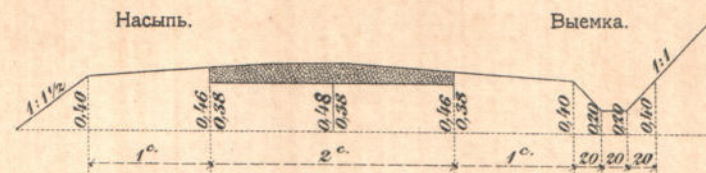


Фиг. 66.

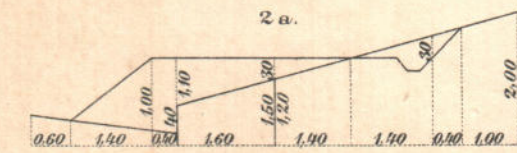
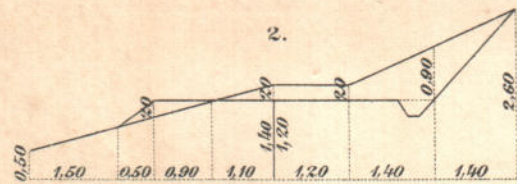
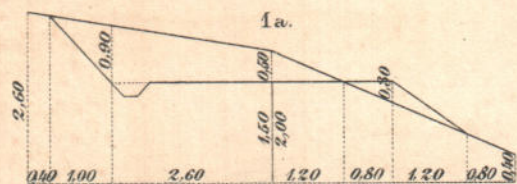
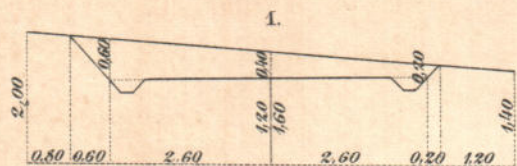


Фиг. 68.

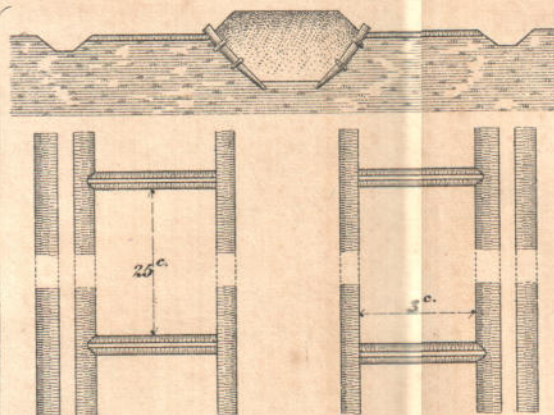
Основной профиль.



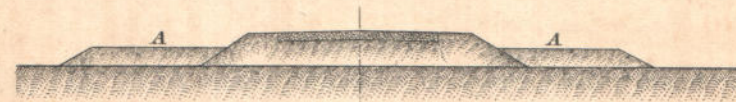
Фиг. 69.



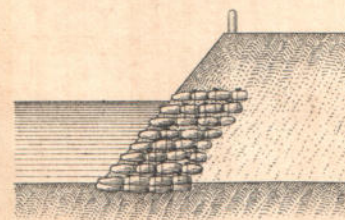
Фиг. 71.



Фиг. 72.



Фиг. 77.



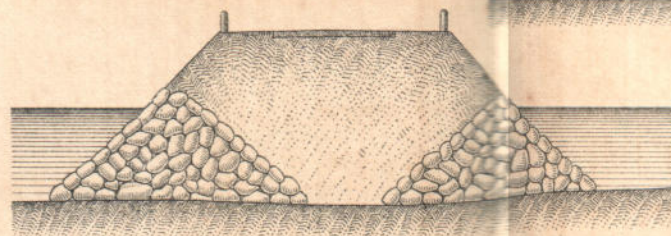
Фиг. 73.



Фиг. 75.



Фиг. 78.



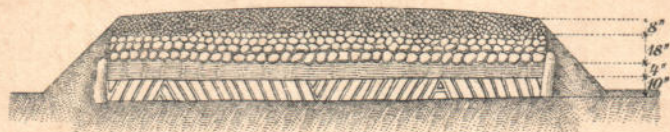
Фиг. 76.



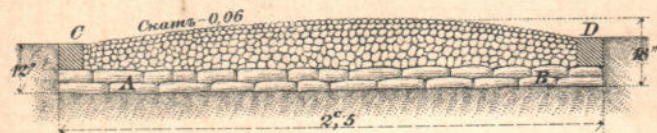
Фиг. 74.



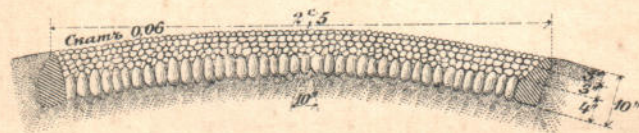
Фиг. 79.



Фиг. 80.



Фиг. 81.



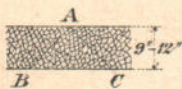
Фиг. 82.



Фиг. 85.



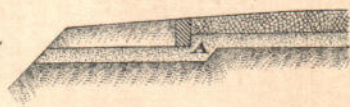
Фиг. 83.



Фиг. 84.



Фиг. 86.



Фиг. 90.



Фиг. 88.



Фиг. 91.



Фиг. 92.



Фиг. 93.



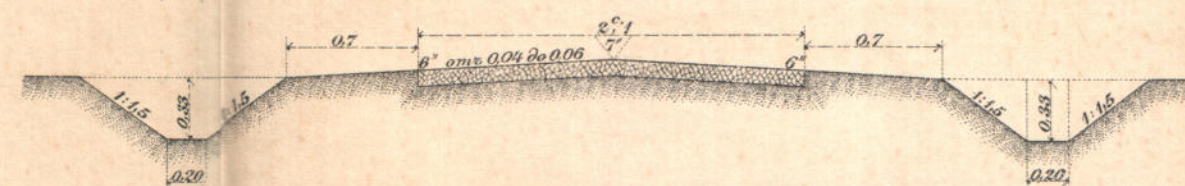
Фиг. 94.



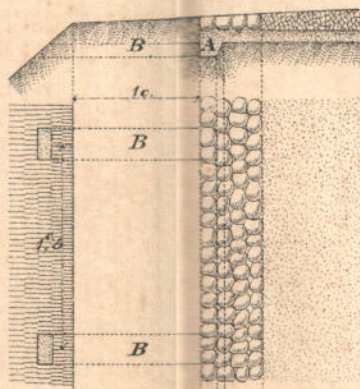
Фиг. 95.



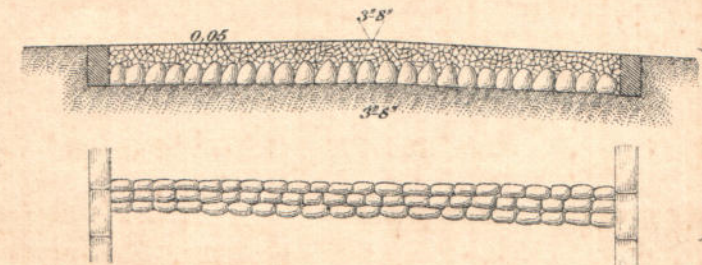
Фиг. 96.



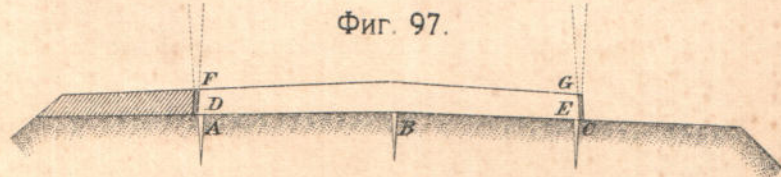
Фиг. 87.

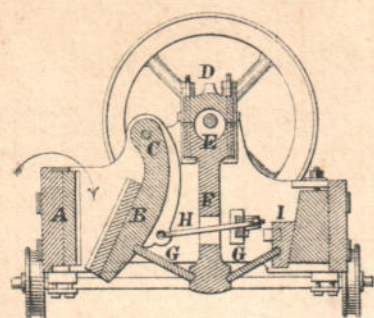


Фиг. 89.

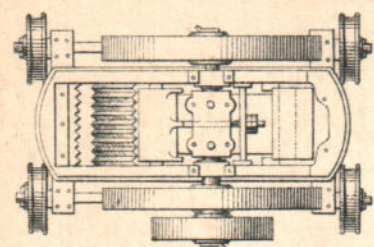


Фиг. 97.

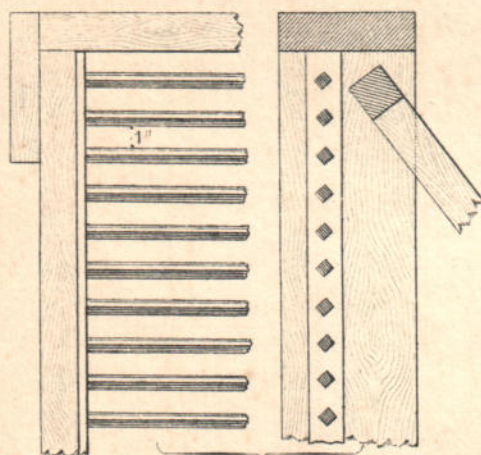




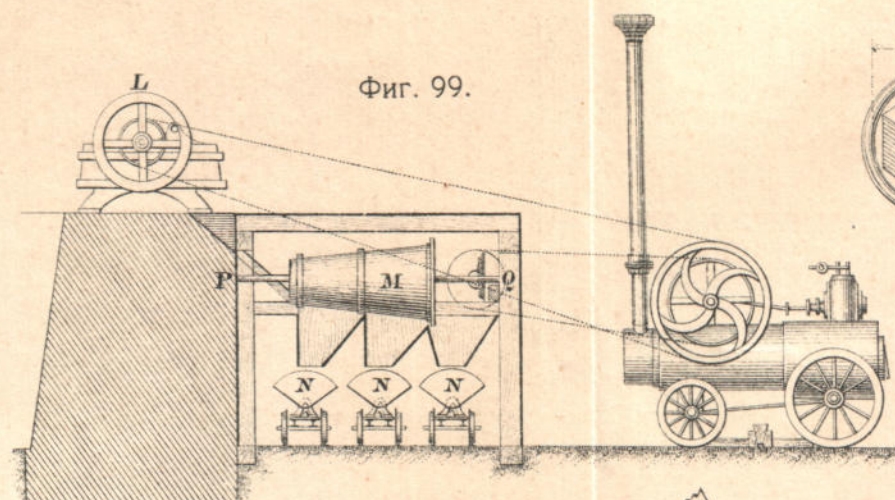
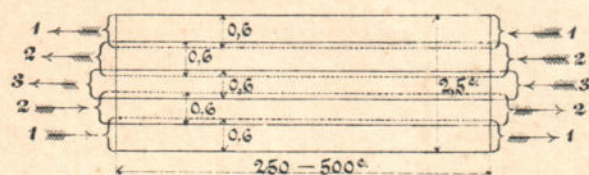
Фиг. 98.



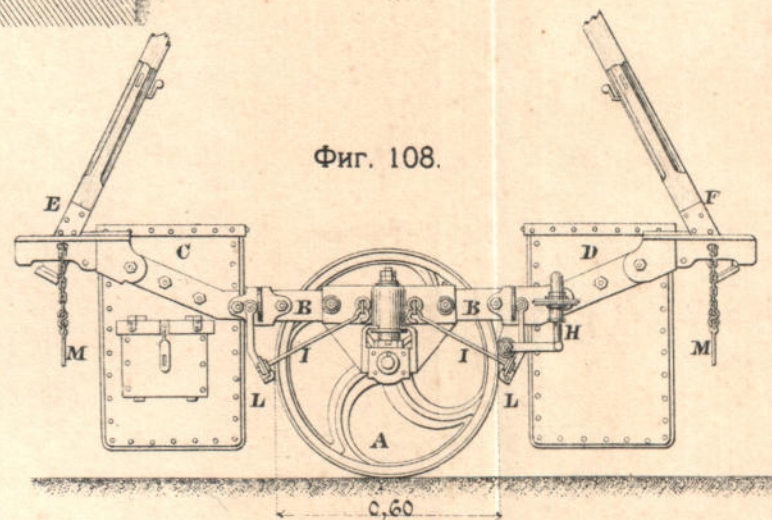
Фиг. 103.
Часть грохота.



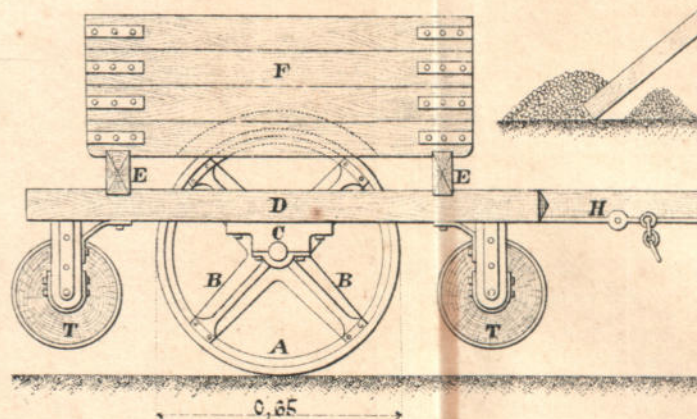
Фиг. 105.



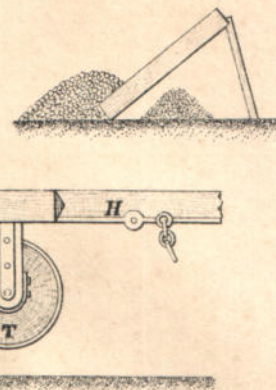
Фиг. 99.



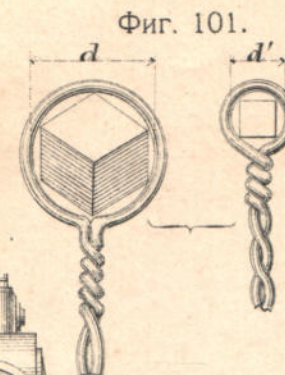
Фиг. 108.



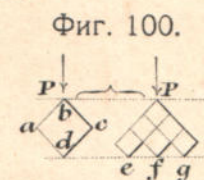
Фиг. 106.



Фиг. 104.

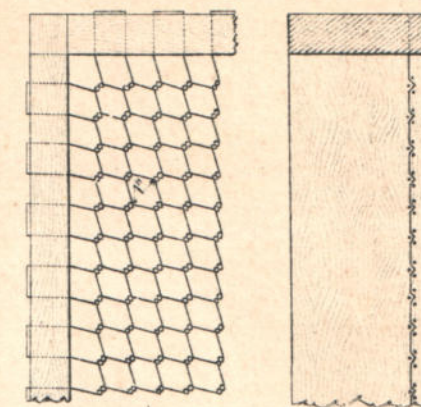


Фиг. 101.

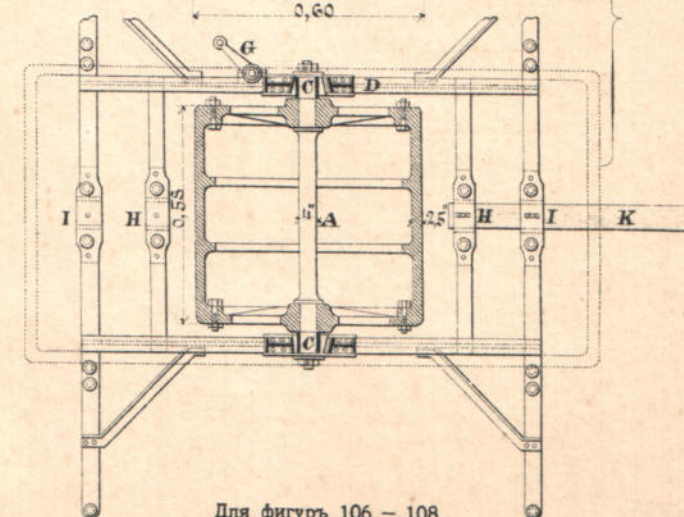
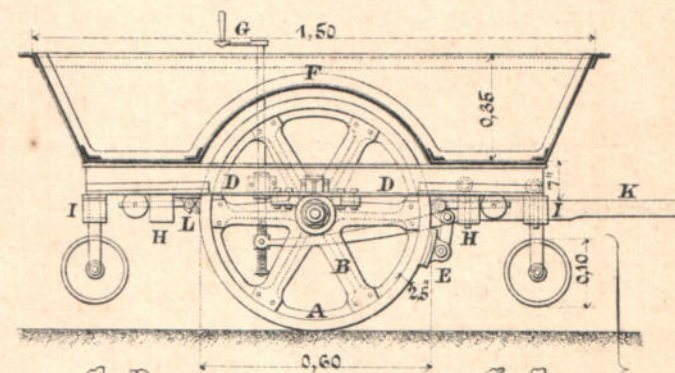


Фиг. 100.

Фиг. 102.
Часть грохота

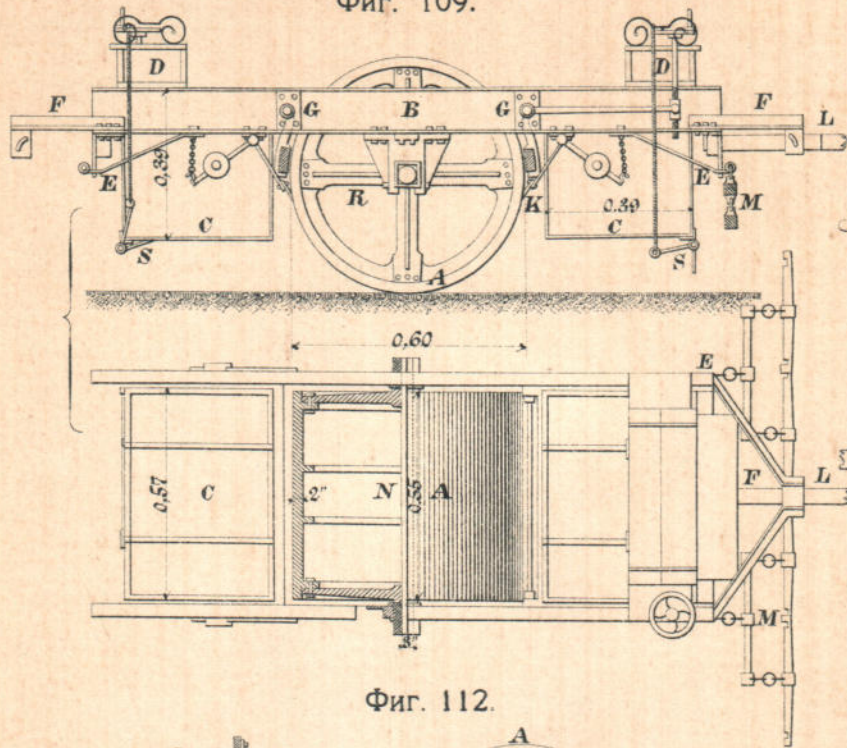


Фиг. 107.

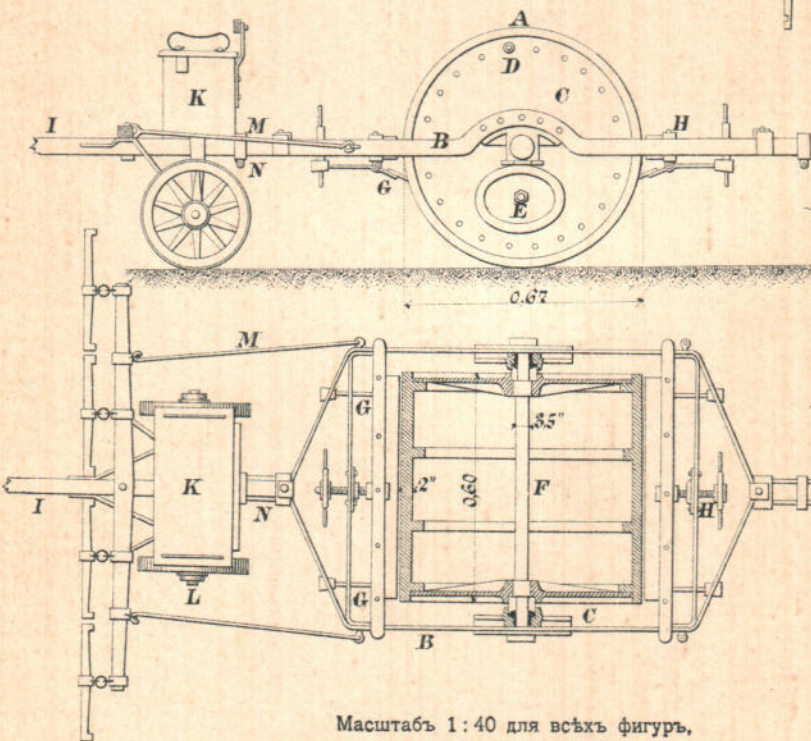


Для фигуръ 106 — 108
масштабъ 1:40.

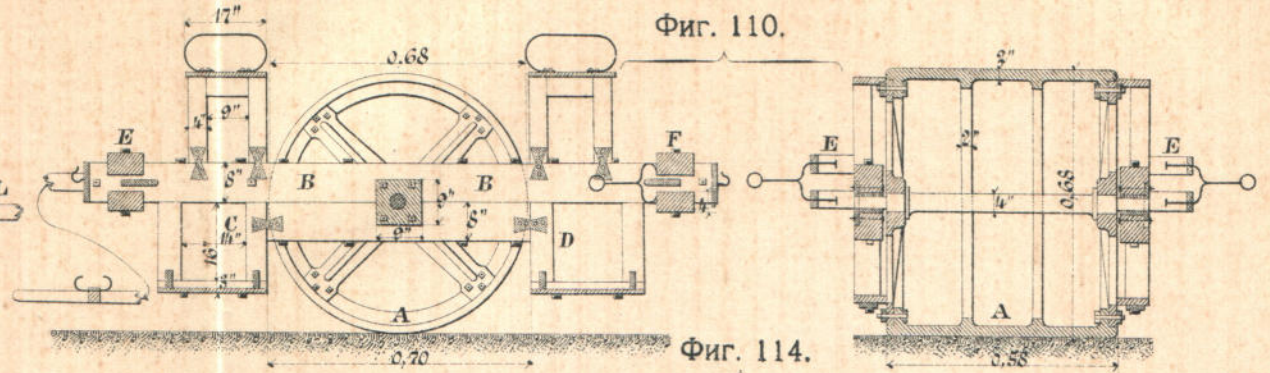
Фиг. 109.



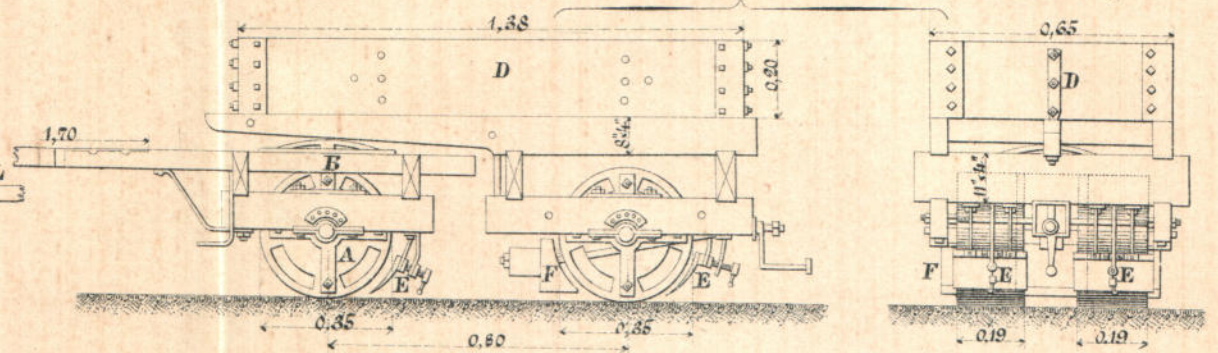
Фиг. 112.



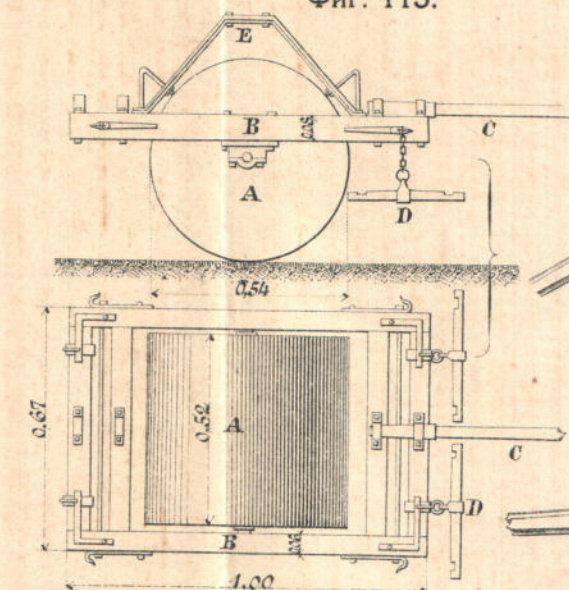
Масштабъ 1:40 для всѣхъ фигуръ,
за исключеніемъ 113-й.



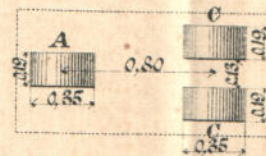
Фиг. 114.



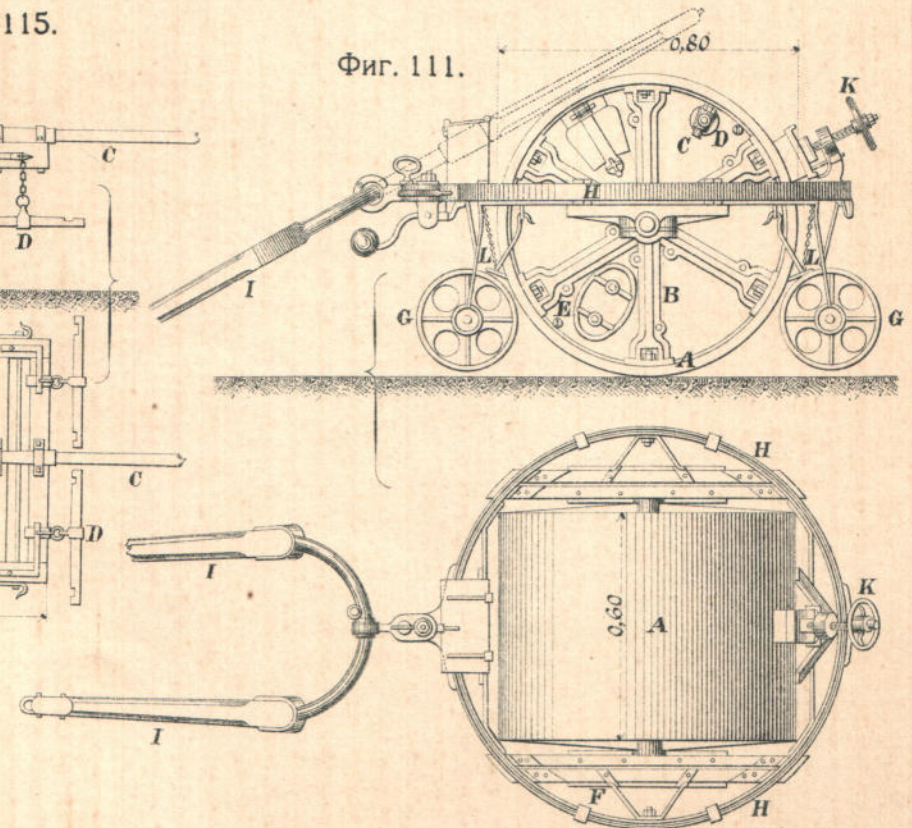
Фиг. 115.



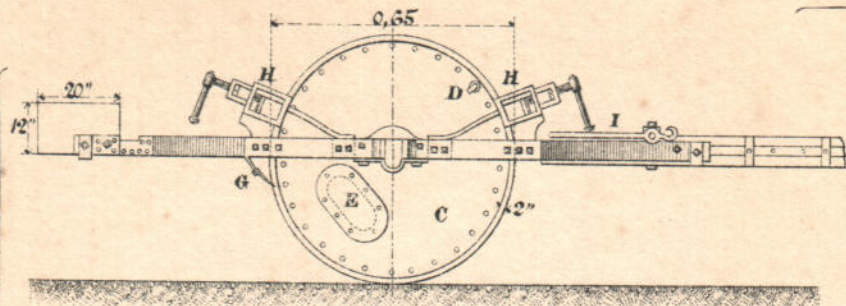
Фиг. 113.



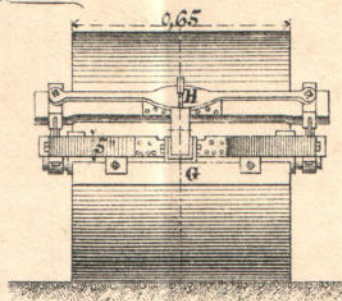
Фиг. 111.



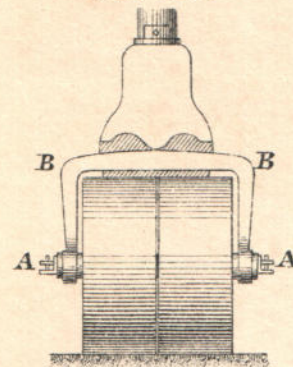
Фиг. 116a.



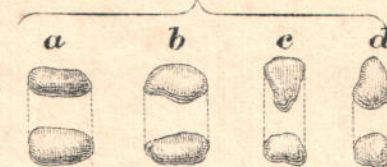
Фиг. 116b.



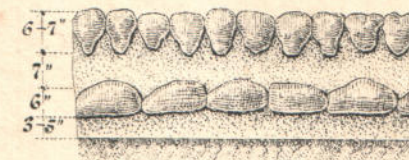
Фиг. 119.



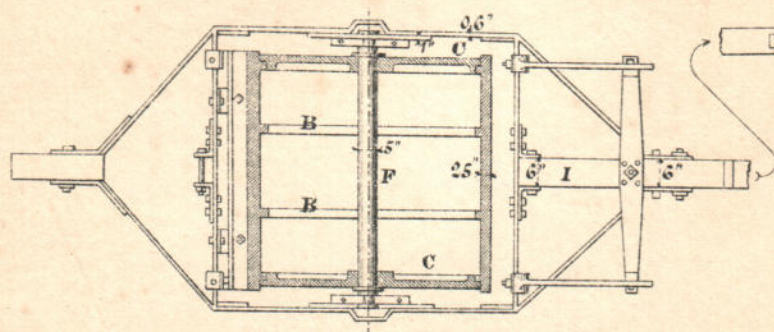
Фиг. 120.



Фиг. 122.



Планъ.



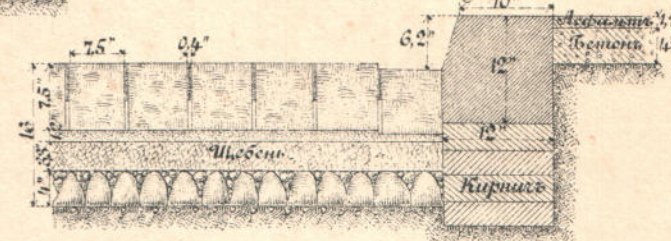
Фиг. 123.



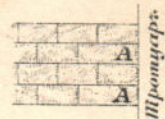
Фиг. 121.



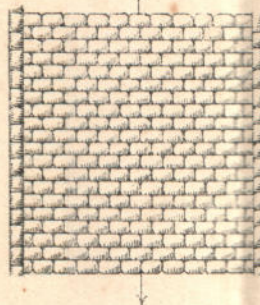
Фиг. 126.



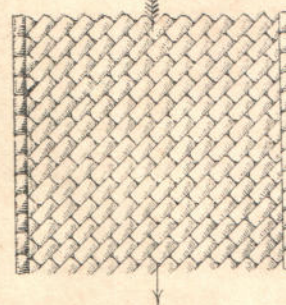
Фиг. 128.



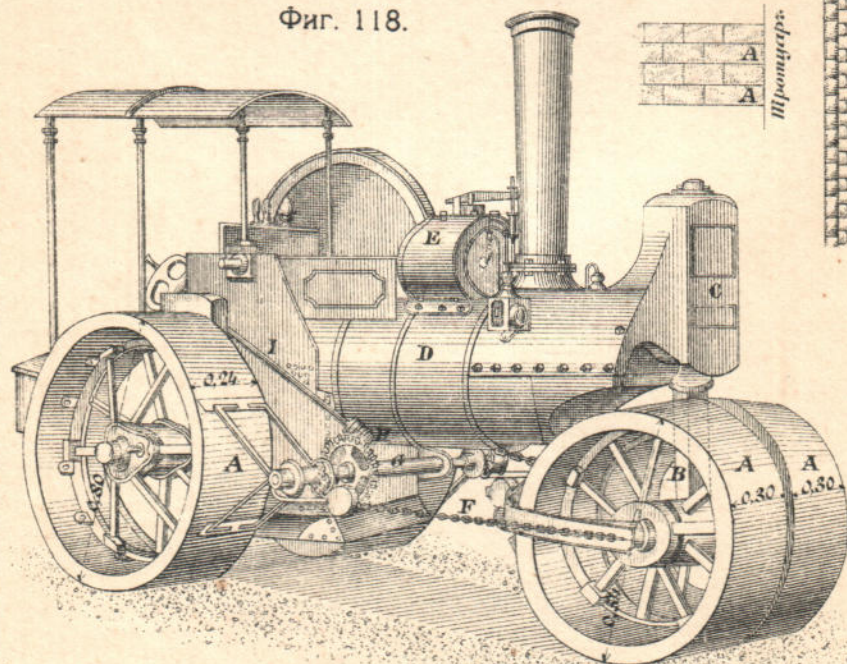
Фиг. 127.



Фиг. 129.



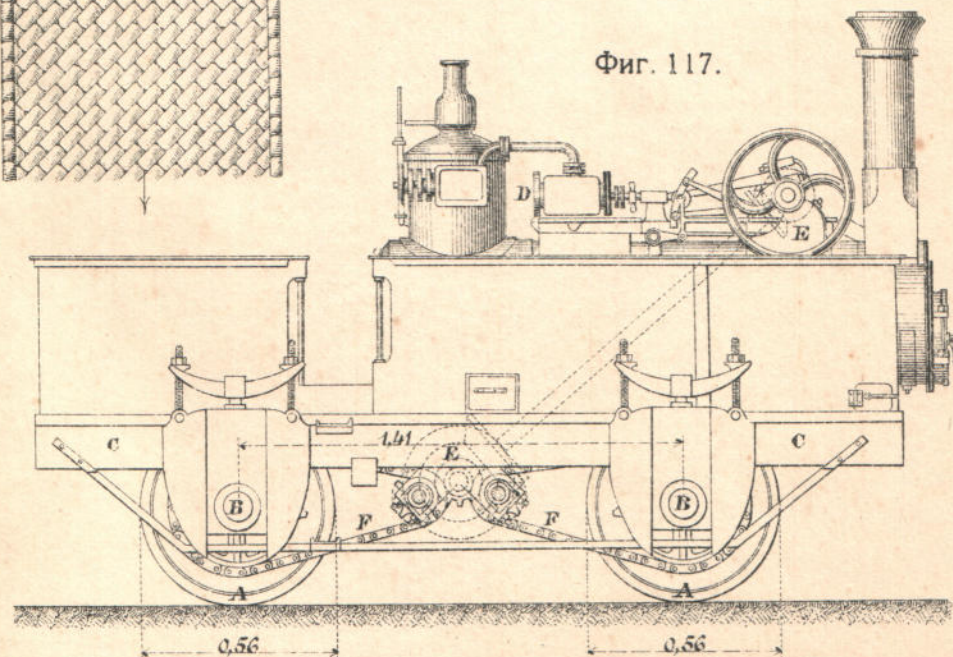
Фиг. 118.



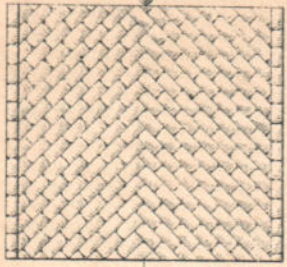
Фиг. 125.



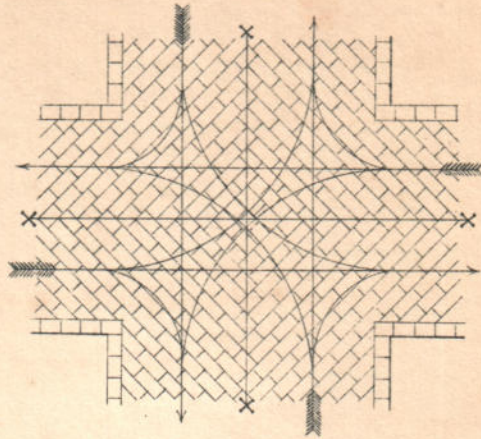
Фиг. 117.



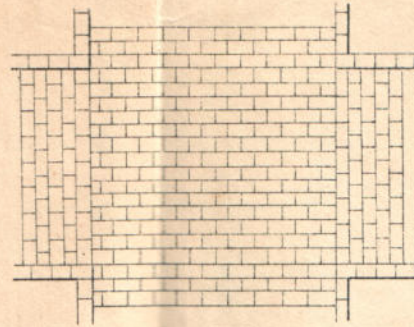
Фиг. 130.



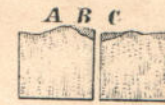
Фиг. 132.



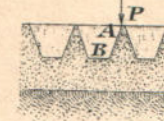
Фиг. 133.



Фиг. 134.



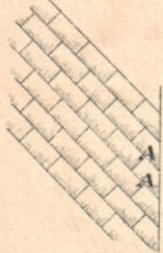
Фиг. 135.



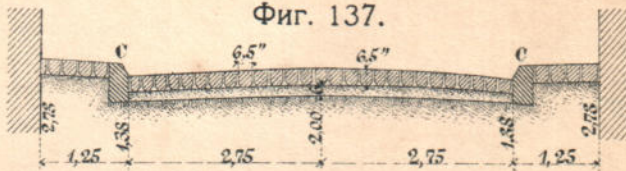
Фиг. 140.



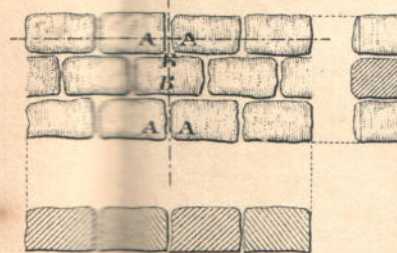
Фиг. 131.



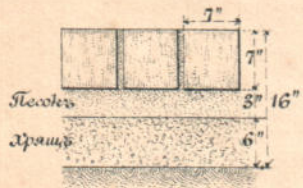
Фиг. 137.



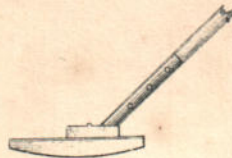
Фиг. 136.



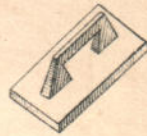
Фиг. 138.



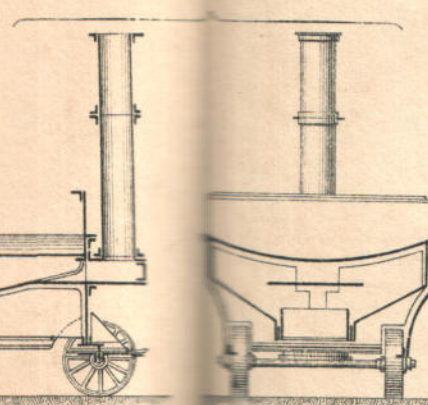
Фиг. 148.



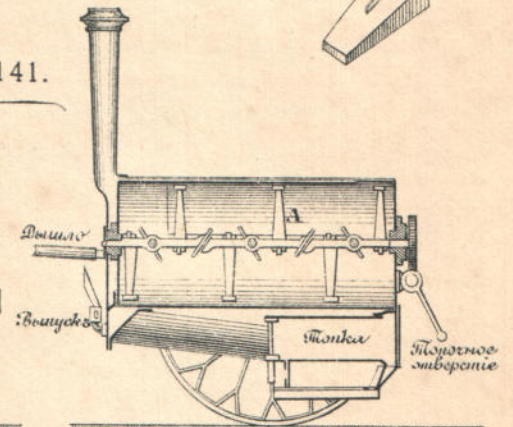
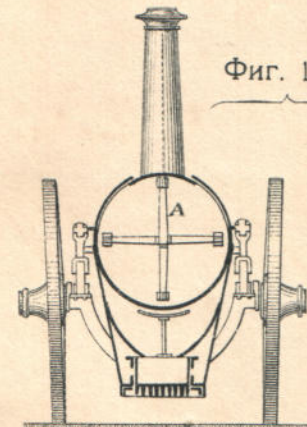
Фиг. 144.



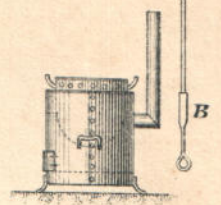
Фиг. 145.



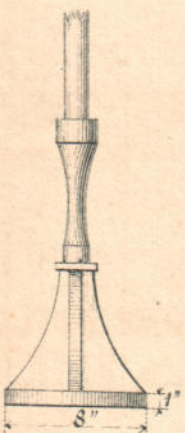
Фиг. 141.



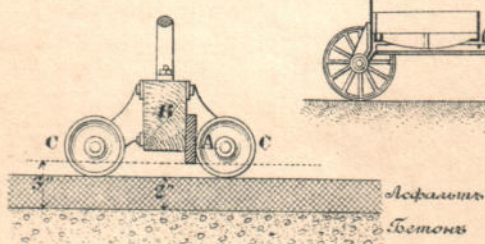
Фиг. 142.



Фиг. 147.



Фиг. 146.



Фиг. 149.



Фиг. 150.



Фиг. 151.

